STRECKER

JAHRBUCH DER ELEKTROTECHNIK

IX. JAHRGANG 1920

JAHRBUCH DER ELEKTROTECHNIK

ÜBERSICHT ÜBER DIE WICHTIGEREN ERSCHEINUNGEN AUF DEM GESAMTGEBIETE DER ELEKTROTECHNIK

UNTER MITWIRKUNG ZAHLREICHER FACHGENOSSEN HERAUSGEGEBEN VON

DR. KARL STRECKER

NEUNTER JAHRGANG
DAS JAHR 1920



MÜNCHEN UND BERLIN 1922
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG

Vorwort.

Das Jahrbuch der Elektrotechnik stellt sich die Aufgabe, über die wichtigeren Ergebnisse und Vorkommnisse des abgelaufenen Jahres zusammenhängend zu berichten. Das große Gebiet ist nach dem aus dem Inhaltsverzeichnis zu ersehenden Plan in Abschnitte zerlegt, und es ist ein zahlreicher Stab Mitarbeiter gewonnen worden, deren jeder ein mit seiner Berufstätigkeit eng zusammenhängendes Gebiet zur Bearbeitung übernommen hat.

Der vorliegende Jahrgang umfaßt die Literatur vom 1. Januar bis 31. Dezember 1920. Auch in diesem Jahre hatte man noch große Mühe, die ausländische Literatur zu berücksichtigen; sie ist noch immer nicht in vollem Umfange erhältlich gewesen.

Bei den Literaturangaben ist wie im Vorjahr die Jahreszahl (bei Jahresbänden die Bandnummer) weggelassen worden. Die benutzten Zeitschriften sind dieselben geblieben wie im Vorjahr; ein Verzeichnis der wichtigeren Zeitschriften findet sich auf Seite VII und VIII.

Berlin, Februar 1922.

Strecker.

Inhaltsverzeichnis.

A. Elektromechanik.

B. Elektrochemie.

C. Elektrisches Nachrichten- und Signalwesen.

D. Messungen und wissenschaftliche Untersuchungen.

Verzeichnis der wichtigsten Zeitschriften.

Abkürzung	Titel der Zeitschrift und Erscheinungsort	Im Jahre 1920 erschienene Bände	Erscheinen [1])
AEG. Mitt.	Mitteilungen der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft (Berlin)	Jg 16	m
Allg. Automobil-Ztg. .	Allgemeine Automobilzeitung (Berlin)	Jg 21	w
Ann. Phys.	Annalen der Physik (Leipzig)	R 4, Bd 61, 62, 63	hm
Arbeiter-Versorg.. . .	Arbeiter-Versorgung (Berlin-Lichterfelde). . . .	Jg 37	m 3
Arch. El.	Archiv für Elektrotechnik (Berlin)	Bd 9, 10	j 12
Arch. Post Telegr. . .	Archiv für Post und Telegraphie (Berlin) . . .	Jg 48	hm
Automobilwelt-Flugw.	Automobilwelt-Flugwelt (Berlin)	Jg 18	w
Ber. D. Chem. Ges. .	Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft (Berlin)	Jg 53	j 18
Berl. Ber.	Sitzungsberichte der Kgl. Preuß. Akademie der Wissenschaften (Berlin)	1920	w
Bull. Bur. Standards	Bulletin of the Bureau of Standards (Washington)	Bd 16	
Bull. Schweiz EV . .	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (Zürich)	Jg 11	m
C. R.	Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences (Paris)	Bd 170, 171	w
Chemikerztg.	Chemiker-Zeitung (Köthen)	Jg 44	w 3
Concordia	Concordia, Zeitschr. d. Zentralstelle f. Volkswohlfahrt (Berlin)	Jg 27	hm
Dingl. Pol. J.	Dinglers Polytechnisches Journal (Berlin) . .	Bd. 335	m
El. Anz.	Elektrotechnischer Anzeiger (Berlin)	Jg 37	w 4
El. Kraftbetr.	Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen (München und Berlin)	Jg 18	m 2
El. Masch.-Bau . . .	Elektrotechnik und Maschinenbau (Wien) . . .	Jg 38	w
El. Rev. (Ldn.) . . .	The Electrical Review (London)	Bd 86, 87	w
El. Rlwy. Jl.	Electric Railway Journal (New York).	Bd 55, 56	w
El. World	Electrical World (New York)	Bd 75, 76	w
Elchem. Zschr. . . .	Elektrochemische Zeitschrift (Berlin)	Bd 26	m
Electr. (Ldn.)	The Electrician (London)	Bd 84, 85	w
Engin.	Engineering (London)	Bd 109, 110	w
ETZ	Elektrotechnische Zeitschrift (Berlin)	Jg 41	w
Gen. El. Rev.	General Electrical Review (New York)	Bd 23	m
Helios	Helios, Fach- und Export-Zeitschrift für Elektrotechnik (Leipzig)	Jg 26	w
J. Am. Chem. Soc. .	Journal of the Amer. Chemical Society (New York)	Bd 42	m
J. Am. Inst. El. Eng.	Journal of the American Institute of Electrical Engineers (New York)	Bd 39	j 12
J. Gas Wasser . . .	Journal für Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung (München u. Berlin)	Bd. 63	w

[1]) j, m, hm, w bedeuten jährlich, monatlich, halbmonatlich, wöchentlich; m 3 = monatlich 3 Hefte.

Abkürzung	Titel der Zeitschrift und Erscheinungsort	Im Jahre 1920 erschienene Bände	Erscheinen
J. Télégr.	Journal télégraphique (Bern)	Bd 44	m
JB drahtl. Telegr. . .	Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie (Leipzig)	Bd 15, 16	m
Met. Chem. Eng. . .	Metallurgical Chemical Engineering (New York)	Bd 18	m
Meteor. Z.	Meteorologische Zeitschrift (Braunschweig) . .	Bd 37	m
Mitt. BBC.	Mitteilungen von Brown, Boveri & Co. (Mannheim)	Jg 7	m
Mitt. Ver. EW. . . .	Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke (Dresden)	Jg 19	m
Naturwiss.	Die Naturwissenschaften (Berlin)	Bd 8	w
P. O. El. Eng. J. . .	The Post Office Engineers Journal (London)	Bd 13	j 4
Phil. Mag.	The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science (London)	R 6, Bd 39, 40	m
Phys. Rev.	The Physical Review (Lancaster u. Ithaca) . .	R 2, Bd 14	m
Phys Z.	Physikalische Zeitschrift (Leipzig)	Jg 21	hm
Proc. Roy. Soc. Ldn.	Proceedings of the Royal Society of London (London)	Reihe A Bd 96, 97, 98	
RGB.	Reichsgesetzblatt	1920	w 4
Schweiz. Bauztg. . . .	Schweizerische Bauzeitung (Zürich)	Bd 75, 76	w
Sozialtechnik	Sozial-Technik (Berlin).	Jg 19	m
Telegr.- u. Fspr.-Techn.	Telegraphen- und Fernsprechtechnik (Berlin) .	Jg 8, 9	m
Verh. D. Phys. Ges. .	Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (Braunschweig)	Jg 22	j 24
Wien. Anz.	Anzeiger der Kais. Akademie der Wissenschaften, math.-naturwiss. Klasse (Wien)	1920	
Wien. Ber.	Sitzungsberichte der Kais. Akademie der Wissenschaften, math.-naturwiss. Klasse, Abt. IIa (Wien)	Bd 129	
Z. angew. Chem. . .	Zeitschrift für angewandte Chemie (Leipzig) .	Bd 33	hm
Z. Beleucht.	Zeitschrift für Beleuchtungswesen, Heizungs- u. Lüftungstechnik (Berlin)	Jg 26	m
Z. Eisenb. Sicherungswes.	Zeitschrift für das gesamte Eisenbahn-Sicherungswesen (Das Stellwerk) (Berlin)	Jg 15	hm
Z. Elchemie	Zeitschrift für Elektrochemie (Halle a. S.) . .	Bd 26	hm
Z. Fernmeldet. . . .	Zeitschrift für Fernmeldetechnik, Werk- u. Gerätebau (München)	Jg 1	m
Z. Instrk.	Zeitschrift für Instrumentenkunde (Berlin) . .	Jg 40	m
Z. Techn. Phys.	Zeitschrift für Technische Physik (Leipzig) . .	Jg 1	m
Z. Phys.	Zeitschrift für Physik (Berlin u. Braunschweig)	Bd 1, 2, 3	j 18
Z. phys. Chem. . . .	Zeitschrift für physikalische Chemie (Leipzig) .	Bd 94, 95, 96	j 18
Z. Ver. D. Ing. . . .	Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure (Berlin)	Bd 64	w
Ztg. Ver. D. Eisenb. Verw.	Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen (Berlin)	Jg 60	w 2

Sonstige Abkürzungen.

DRP, EP, FP, USP, DRGM: Deutsches, englisches, französisches, amerikanisches Patent, deutsches Gebrauchsmuster.

R, Bd, Jg: Reihe, Band, Jahrgang.

JB 1918, 1919: Jahrbuch der Elektrotechnik, Jahrgang 1918, 1919.

AEG, BASF, BBC, EW, GEC, H & B, MAN, MSW, PTR, RWE, S & H, SSW: Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft; Badische Anilin- und Sodafabrik; Brown, Boveri & Co.; Elektrizitätswerke; General Electric Company; Hartmann & Braun; Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg; Maffei-Schwartzkopff-Werke; Physikalisch-Technische Reichsanstalt; Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerke; Siemens & Halske; Siemens-Schuckertwerke.

I. Allgemeines.

Die elektrischen Ausstellungen und Messen des Jahres 1920. Von Prof. Dr. Otto Edelmann, Nürnberg. — Vereinswesen und Kongresse. Von Prof. Dr. Otto Edelmann, Nürnberg. — Bildungswesen. Von Prof. Dr. Joseph Epstein, Frankfurt a. M. — Sozial-Technisches. Von G. Osenbrügge, Berlin. — Rechtsverhältnisse der Elektrotechnik. Von Justizrat Dr. O. Zimmer, Berlin. — Technisch-Wirtschaftliches. Von Dr.-Ing. Gustav Siegel, Berlin. — Technische Vorschriften und Normalien. Von Prof. Dr.-Ing. ehrh. Georg Dettmar, Hannover.

Die elektrischen Ausstellungen und Messen des Jahres 1920.

Von Prof. Dr. Otto Edelmann.

Die Ausstellungen sind ganz allgemein gegenüber dem Messewesen erheblich zurückgetreten. Die nächste Folge davon war eine Umgestaltung der früheren ständigen Ausstellungskommission, die jetzt als »Ausstellungs- und Meßamt der deutschen Industrie« die Zentralorganisation des gesamten Ausstellungs- und Messewesens darstellt und als solche immer weitere Beachtung und Anerkennung verdient und erhält. Das vortreffliche Jahrbuch des Ausstellungs- und Meßamtes gibt einen ausführlichen Bericht über abgehaltene und geplante Ausstellungen und Messen auf der ganzen Welt.

Deutschland.

Eigentliche Ausstellungen sind außer bei der el. Woche in **Hannover**[1]) nicht gewesen. Es hat sich der Gebrauch herausgebildet, daß gelegentlich der Tagung des VDE eine ganze Reihe anderer Verbände und Vereinigungen des Faches im nächsten Anschluß an diese Veranstaltung tagen, bei welcher Gelegenheit dann jedesmal eine Fachausstellung veranstaltet wird.

Während also das eigentliche Ausstellungswesen in Deutschland keine große Rolle gespielt hat, haben die Messen einen bedeutenden Zuwachs erhalten. Nach Ansicht des Deutschen Ausstellungs- und Messeamts[2]) hat das Amt als allgemeine Messe die Leipziger Messe zu fördern, da es im gesamtdeutschen Interesse liege, daß deren vom Ausland vielfach angegriffene Weltstellung durch neue Inlandmessen nicht gefährdet werde. Doch wird gegen Fachmessen kein Einwand erhoben, wenn deren Notwendigkeit nachgewiesen wird. Ein allgemeines Bedürfnis der Grenzmessen kann nicht anerkannt werden. Demnach spielte auch die Leipziger Messe die größte Rolle. An der Technischen Messe in **Leipzig**[3]) beteiligte sich die Elektrotechnik in sehr bemerkenswerter Weise. Zum ersten Male wurden Glimmlicht-Gleichrichter gezeigt[4]). — Nächst der Leipziger Messe hat die **Frankfurter** eine große Bedeutung erlangt[5]). In **Königsberg** hat eine Deutsche Ostmesse stattgefunden[6]). **Breslau** hielt eine Frühjahrsmesse ab[7]). Auf der **Danziger** Messe soll die Elektrotechnik sehr gut vertreten gewesen sein[8]) — In **Köln** sollte eine seit längerer Zeit vorbereitete rheinische Musterschau stattfinden, wurde aber infolge aufgetretener Schwierigkeiten wieder abgesagt[9]).

Europäisches Ausland.

Schweiz. In **Luzern** fand eine Elektrizitätsausstellung statt[10]), die nur einen nationalen Charakter hatte. Im überwiegenden Maße wurden die Wärme-

anwendungen des el. Stromes als eine Art Ausstellung für Brennstoffersparnis gezeigt. Es wurde ein großer Fortschritt der Schweizer Elektrotechnik gegenüber der Basler Ausstellung vor 6 Jahren festgestellt. Es waren auch einige deutsche Aussteller vertreten. In **Basel** hat eine 4. Mustermesse[11]) stattgefunden, bei der auch die Elektrizität beteiligt war. Nach Zangger sei die Mustermesse in Basel in der Hauptsache für Einkäufer gewesen, die Luzerner Elektrizitätsausstellung sollte in erster Linie zur Orientierung für das Publikum dienen und hauptsächlich über die möglichst rationelle Verwendung der heute doppelt wertvollen el. Energie aufklären. Gegenüber dem Jahr 1913 seien große Fortschritte zu verzeichnen, hauptsächlich auf dem Gebiet der Wärmeanwendung, auf dem die Schweizer Industrie zum Teil Pionierarbeit geleistet hat. — In **Vevey** fand eine schweizerische Ausstellung[12]) für das Bäckereigewerbe statt, bei der auch el. geheizte Bäckerei- und Konditoröfen vorgewiesen wurden.

England. In England ist, wie immer, eine besondere Ausstellungsfreudigkeit zu bemerken. Vor allem durfte eine »Siegesausstellung«[13]) nicht fehlen, bei der aber nach eigenem Zugeständnis die elektrotechnische Abteilung die armseligste war. Außerdem fand in **London** die Jahresausstellung der Physikalischen und Optischen Gesellschaft[14]) statt, auf der verschiedene Meßinstrumente gezeigt wurden. Ferner wird von einer Baufachausstellung[15]) in **London** berichtet, wobei neben el. Apparaten für Heizung und Beleuchtung auch Aufzüge vorgeführt wurden. Im Kristallpalast **(London)** fand eine Industrieausstellung statt, deren el. Teil als armselig und wenig aufsehenerregend bezeichnet wird[16]). In der Agricultural Hall in **London** fand eine Geschäftsausstellung[17]) mit Beteiligung el. Firmen statt. — In Olympia gab es eine Motorboot- und Marineausstellung mit Beteiligung der elektrotechnischen Industrie[18]). — Ebenda hielt man auch eine 4. internationale Ausstellung für Geschäftsfahrzeuge, Lastwagen u. dgl.[19]), wobei auch Elektromobile, wie immer, eine große Rolle spielen, im Gegensatz zu uns. — Ferner fand dortselbst auch eine Aero-Exhibition[20]) statt, die auch von verschiedenen europäischen und überseeischen Staaten beschickt war. Es muß eine sehr ansehnliche Veranstaltung gewesen sein. Die Elektrotechnik war durch Zündapparate, drahtlose Telegraphie, el. geheizte Apparate für die Luftschiffahrt und verschiedenes andre lebhaft beteiligt. — Eine Ausstellung von Werkzeugmaschinen[21]) zeigte verschiedene interessante Anwendungen el. Maschinenantriebs, magnetischer Abscheider, Schiffsausrüstungen, Wärmemessungen, Rohrapparate, Kettenantriebe, el. fahrbare und betriebene kleine Ablegekrane usw. — Eine Ausstellung »Das ideale Heim«[22]) wies etwa 250 Gegenstände auf, die alle den Komfort, die Bequemlichkeit und billige Ausführung des Haushaltes betreffen. Darunter befinden sich auch sehr viele el. Gegenstände. Auch in **Birmingham** war eine britische Industrieausstellung[23]) zu sehen, von einer ganzen Reihe el. Aussteller beschickt. — Über eine Schiffbau-, Ingenieur- und el. Ausstellung[24]) wird aus **Glasgow** berichtet, bei der el. Maschinen und Apparate eine besonders beachtenswerte Rolle gespielt haben sollen. — Von den drei Veranstaltungen in **London, Birmingham** und **Glasgow** scheint die Schau in Birmingham am bedeutendsten gewesen zu sein[25]). — In **Birmingham** fand anläßlich des 31. Kongresses des Kgl. Sanitäts-Instituts auch eine hygienische Ausstellung[26]) statt, die die Elektrotechnik in verschiedenen Anwendungsformen zeigte. — In **Islington** fand eine »International Laundry Exhibition«[27]) statt. An erster Stelle wurden nach den englischen (70%) tschechoslowakische Firmen genannt, dann war auch Frankreich, Italien, Spanien, Japan, Kanada und die Vereinigten Staaten vertreten.

Aus **Frankreich** liegen keine Berichte vor.

Aus **Spanien** wird berichtet, daß die schon mehrfach verschobene internationale Elektrizitätsausstellung[28]) in **Barcelona** nunmehr im Jahre 1924 abgehalten werden soll. — Das Ausstellungs- und Meßamt hat beschlossen[29]), die deutschen Auskunftsstellen auf ausländischen Messen weiter auszubauen. Dies gilt insbesondere für die Messe in **Barcelona** im Oktober 1920.

Italien hielt eine internationale Mustermesse in **Triest**[30]. — In **Rom** wurde eine internationale »Ausstellung für landwirtschaftliche Maschinen[31])« abgehalten, wobei auch der el. Antrieb zur Geltung kam.

Aus **Belgien** wird für das vergangene Jahr über keine Ausstellung berichtet, dagegen soll im Jahre 1921 in **Gent** eine solche stattfinden[32], wobei auch Beleuchtungsanlagen und jede Art der Anwendung von Elektrizität vorgeführt werden soll.

Holland. In **Leeuwarden** fand eine internationale Elektrizitätsausstellung[33] statt. — Die 4. niederländische Messe[34] in **Utrecht** soll von der elektrotechnischen Industrie gut beschickt gewesen sein und als Gesamteindruck eine weitere Verschiebung in der Richtung der Großindustrie ergeben haben. Auch das Leipziger Meßamt war mit einer Geschäftsstelle vertreten.

Schweden. Die 3. schwedische Messe fand in **Gotenburg** statt[35]. Sie sei nicht übermäßig erfolgreich gewesen. Sie hatte nur 50 elektrotechnische Aussteller, jedoch mit Qualitätswaren ersten Ranges. — Für 1921 wird eine Jubiläumsausstellung in **Lulea** angekündigt[36].

Finnland. Die finnische Messe[37] in **Helsingsfors** hatte auch eine deutsche Auskunftsstelle.

Rußland. In **Riga** fand ebenfalls eine Mustermesse statt[38].

Übersee.

Vom nichteuropäischen Ausland erfuhren wir nur von einer niederländisch-indischen Jahresmesse in **Bandoeng**[39].

Trotz des immer noch lückenhaften Überblickes über das Ausland scheint es doch so zu sein, wie bei uns: Ein Anwachsen der Messen, die, wie das Jahrbuch des deutschen Meßamtes sagt, wohl zumeist auf lokale Verkehrsinteressen zugeschnitten sind, daher nicht die Bedürfnisse des Handels und der Industrie in erster Linie berücksichtigen und sich so als ungesunde Modesache dokumentieren. Übrigens können die Messen das Ausstellungswesen doch nicht ganz ersetzen, wenn sie auch vielfach mit mehr oder weniger Recht dafür angesehen werden. Der wesentlichste Unterschied scheint zu sein, daß Messen vorwiegend rein merkantilen Zwecken zu dienen haben, während Ausstellungen doch größtenteils auch einen mehr idealen Wettbewerb in Beziehung auf technische oder geschmackliche Leistungsfähigkeit in sich einbegreifen. Sie dienen in der Beziehung dem Fortschritt wahrscheinlich mehr als Messen und werden daher von diesen nie ganz verdrängt werden.

[1]) El. Anz. S 574, 799. — ETZ S 142, 825. — [2]) ETZ S 495. — [3]) El. Anz. S 454. — Mitt. AEG S 35. — [4]) ETZ S 273, 495, 716, 1057. — El. Anz. S 588, 594, 624, 630, 659, 694, 699, 810, 868. — Helios Exportz. S 1143, 2905, 3387. — [5]) El. Anz. S 265, 310, 346, 800. — ETZ S 263, 339, 495, 924. — EW S 147, 177. — [6]) ETZ S 557, 1048. — [7]) El. Anz. S 379. [8]) El. Anz. S 217. — [9]) ETZ S 495. — [10]) Schweiz. Bauztg. Bd 75, S 283, 290. — ETZ S 339. — El. Anz. S 620. — El. Masch.-Bau S 566. — [11]) Bull. Schweiz. EV 1920, S 149. — [12]) ETZ S 677, 880. — [13]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 82. — [14]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 89, 121, 137, 189. — Electr. (Ldn.) Bd 84, S 63, 92, 117, 146. — ETZ S 858. — [15]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 518. — Electr. (Ldn.) Bd 84, S 455. — [16]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 200. — [17]) Electr. (Ldn.) Bd 84, S 550. — [18]) Electr. (Ldn.) Bd 84, S 322. — El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 357. — [19]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 517, 617. — [20]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 74. — [21]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 332, 375. — El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 295, 329, 362. — [22]) Electr. (Ldn.) Bd 84, S 170, 198. — El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 199, 233. — [23]) Electr. (Ldn.) Bd 84, S 163, 196, 222, 291, 401. — [24]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 614, 665, 684, 730. — [25]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 263, 314, 345. — [26]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 163. — [27]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 393; Bd 87, S 732. — [28]) ETZ S 880. — [29]) ETZ S 557. — [30]) ETZ S 557. — [31]) El. Anz. S 621. — [32]) ETZ S 677. — [33]) ETZ S 557. — [34]) ETZ, S 142, 339, 495. — [35]) ETZ S 616, 677. — [36]) ETZ S 142. — [37]) ETZ S 339. — [38]) El. Anz. S 778, 836. — [39]) ETZ S 142.

Vereinswesen und Kongresse.

Von Prof. Dr. Otto Edelmann.

Deutschland.

Der VDE tagte in Hannover[1]). Es wurde über Wasserkräfte und Elektrizitätsversorgung, über Kraftübertragung und Nachrichtenübermittlung der Überlandwerke vorgetragen. Der Anlaß der Tagung der Elektrotechniker hat sich zu einer »Elektrischen Woche« herausgebildet[2]). Um dieselbe Zeit tagen eine ganze Reihe anderer Verbände und Vereinigungen im Anschluß an diese Veranstaltung, um Kosten und Zeit zu sparen und den Besuch zu heben. An der Elektrischen Woche in Hannover nahmen außer dem VDE folgende Verbände teil, die alle ihre Jahresversammlung abhielten: Bund der Elektrizitäts-versorgungs-Unternehmungen in Deutschland, die Beleuchtungstechnische Gesellschaft[3]), die Elektro-Großhändler-Vereinigung Deutschlands, die Vereinigung von Fabriken für Elektro-Installations-Gegenständen (Eltfabriken), der Verband der Deutschen Reparaturwerke el. Maschinen, der Verband Deutscher Elektro-Installationsfirmen, der Verband Deutscher Straßen- und Kleinbahn-Verwaltungen, die Vereinigung der Hochschullehrer für Elektrotechnik, die Vereinigung elektrotechnischer Spezialfabriken, der Zentralverband der Deutschen Elektrotechnischen Industrie und der Verein Beratender Ingenieure; nur die Vereinigung der Elektrizitätswerke und der Installationsverband tagte anderweitig.

Gelegentlich dieser Veranstaltungen wird regelmäßig eine elektrotechnische Fachausstellung geboten.

Die Vereinigung der EWe tagte in Goslar[4]). Wie immer in den letzten Jahren spielten dabei wirtschaftliche Fragen die Hauptrolle. — Der VDI versammelte sich in Berlin. Bei diesem Anlaß fand auch eine Werkschulausstellung statt, bei der elektrotechnische Firmen in hervorragender Weise aufgetreten sind[5]). — Gleichfalls in Berlin tagte die Deutsche Gesellschaft des Bau-Ingenieurwesens. Die Bestrebungen dieser Gesellschaft um die Ausnutzung der Wasserkräfte haben ein hervorragendes Interesse auch für den Elektrotechniker[6]). Aus dem gleichen Grunde darf hier erwähnt werden, daß der Wasserwirtschaftliche Verband und der Deutsche Wasserkraftverband sich zusammengeschlossen haben zu einem »Deutschen Wasserwirtschaft- und Wasserkraftverband«. Zum Verband gehören an 65 Kommunen, 45 Handelskammern, 47 wirtschaftliche Verbände und Vereine, 344 Handelsfirmen und einzelne Personen[7]). — Vom Bayerischen Energiewirtschaftsverband ist zu vermelden, daß eine Gruppe Nordbayern gegründet worden ist[8]). — Von allgemeiner, jedoch auch unser Fach betreffender Bedeutung war die Reichsmessekonferenz[9]), welche interessante Einblicke in das wirtschaftliche Verhältnis der Grenzstädte zu den Nachbarländern gewährte.

Die 18. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektro-Installationsfirmen e. V. trat in Münster i. W. zusammen[10]); so heißt jetzt die Vereinigung, die bisher den Namen »Verband der elektrotechnischen Installationsfirmen in Deutschland« trug. Er ist im Jahre 1919 um nahezu 1300 Mitglieder gewachsen, die Zahl der Bezirksvereine beträgt 20, die der Ortsgruppen in ganz Deutschland über 100. Im ganzen hat der Verband jetzt 2500 Mitglieder. — Die Einkaufsvereinigung für elektrotechnische Bedarfsartikel e. V. e. G. m. b. H., Frankfurt a. M. tagte in Münster i. W.[11]), während die Hauptversammlung der Installationstechnischen Gesellschaft, welche neu gegründet wurde[12]), nach Hannover verlegt worden ist. — Als Neugründungen sind zu bezeichnen: ein Reichsverband elektrotechnischer Spezialgeschäfte zu Leipzig[13]), ein Verband der Deutschen Reparaturwerke el. Maschinen zu Leipzig[14]), der ebenfalls seine Hauptversammlung nach Hannover verlegt hatte, endlich eine Interessengemeinschaft der Elektrogroßhändler und Exporteure e. V.[15]).

Besonderes Interesse verdient die 2. ordentliche Mitgliederversammlung des Zentralverbandes der Deutschen Elektrotechnichen Industrie, der jetzt 388 Mitglieder zählt. Den außerordentlich interessanten Bericht kann man kurz oder auszugsweise nicht andeuten, er muß im Original gelesen werden[16]. — Sein Antipode, der Reichsverband der Elektrizitätsabnehmer versammelte sich in Erfurt[17]. — Auch für den Elektrotechniker nicht unwichtig war die Versammlung der Deutschen Gesellschaft für technische Physik, welche im Rahmen der Naturforscherversammlung ihre 1. Jahrestagung abhielt[18]. Schließlich darf hier noch der Fortbildungsschultag[19]) erwähnt werden, der selbstverständlicherweise auch für unser Fach von Wichtigkeit ist. Er tagte in Dresden.

Österreich.

Die ordentliche Generalversammlung des Wiener Elektrotechnischen Vereins war im März in Wien. Man beschäftigte sich mit Vereinheitlichkeitsbestrebung el. Gesetzgebung u. dgl.[20]. — Die Vereinigung der Österreichischen EWe trat zu einer außerordentlichen Hauptversammlung im Januar zusammen zu einer Umbildung in einen »Verband der EWe«[21].

Europäisches Ausland.

In der **Tschechoslowakei** ist ein Verband Deutscher Elektro-Installationsfirmen[22]) nach deutschem Vorbild gegründet worden. Die Hauptstelle ist in Teplitz-Schönau, Graupnergasse 25.

Schweiz. Die Jahresversammlung des Verbandes Schweizerischer EWe und des Schweizerischen elektrotechnischen Vereins wurde im Oktober in Montreux abgehalten. Wie überall, so spielten auch hier Preise und Konzessionsbedingungen eine große Rolle[23]).

England. Die British Association hielt eine Versammlung in Cardiff[24]) ab. — Die Municipal-Tramways-Association hielt ihre Jahresversammlung im September zu Cardiff ab[25]). Man hörte auch da von teuren Zeiten sprechen. Die Lage wird verschiedentlich als unbefriedigend bezeichnet. — Die Incorporated Municipal Electrical Association[26]) tagte in Ilkly. Aus der Übersicht des Vorsitzenden ist das Elektrizitätsgesetz hervorzuheben. — Die British Electrical and Allied Industries Research scheint sehr bedeutend zu sein, was aus deren Bericht[27]) hervorgeht. Sie hat ein garantiertes Mindesteinkommen von Pfd. Sterl. 16000 im Jahr. — Ihre erstmalige Generalversammlung hielt im Dezember die British Electrical Development Association[28]).

In London hat im Oktober die Internationale Elektrotechnische Kommission getagt, welche sich hauptsächlich mit Temperaturmessungen an Maschinen und Transformatoren befaßte[29]). Es wurde dabei festgestellt, daß viele Nationen zum ersten Male seit dem Krieg wieder zu ihrer Vollversammlung zusammentraten. — Die Institution of Electrical Engineers, deren Abteilungen in Sheffield und Westminster tagten, zählt etwa 8000 Mitglieder, wovon ungefähr 1000 allein Zuwachs im vergangenen Jahr gewesen sind. Im übrigen zeigt der Bericht eine rege Tätigkeit. Besondere Sorgfalt scheint an die Studierenden gewendet zu werden[30]). — In Newcastle tagten die Electro-Harmonic Society, die Electricity Supply Commercial Association, die British Engineering Standards Association[31]). — In der Jahresversammlung der Liverpooler Drahtlosen Gesellschaft wurde der Beitrag auf Pfd. Sterl. 10,7 erhöht[32]). Dies mögen sich diejenigen in deutsche Währung umrechnen, denen der Beitrag für die Fachvereine in Deutschland zu hoch erscheint. — Im Oktober fand eine Sitzung des Nationalen Industrierates für Bergbahnindustrie statt[33]).

Dänemark. In Kopenhagen war bereits im Jahre 1914 ein Komitee eingesetzt worden auf Abhaltung eines Nordischen Oersted-Kongresses. Ursprüng-

lich war diese 100-Jahrfeier der umwälzenden Entdeckung Oersteds international gedacht, wurde aber infolge der Verhältnisse auf die nordischen Länder beschränkt, und in den ersten Tagen des Septembers in Kopenhagen abgehalten[34]).

Übersee.

Amerika. Die 42. Hauptversammlung der National Electric Light Association fand im Mai 1919 in Atlantic City statt[35]). Die reichhaltige und hochinteressante Tagesordnung kann durch eine kurze Wiedergabe nicht erschöpft werden. — Erwähnenswert ist die Versammlung der Californischen Sektion der gleichen Gesellschaft, die in Pasadena das Hauptthema: Erschließung und Finanzierung der nationalen Wasserkräfte behandelt hat. 2300 Delegierte haben an dieser Versammlung teilgenommen[36]). — Das American Institute of Electrical Engineers kam in White Sulphur Springs zusammen. Besonders scheint die Sitzung bezüglich el. Maschinen interessant gewesen zu sein[37]). Aus einem großen Bericht über Kommissionssitzungen[38]) sind sehr wichtige Probleme in Kraftübertragung und -verteilung und Wärmeanwendung an neueren Apparaten hervorzuheben, auch ein Bericht über zeitgemäße Organisationsänderungen[39]). — In Atlantic City fand auch ein Kongreß der Amerikanischen Gesellschaft für Elektrische Bahnen statt[40]).

Südafrika. Prätoria sah die 4. Jahresversammlung der Association of Municipal Electrical Engineers (Südafrikanische Vereinigung)[41]).

[1]) ETZ S 719, 805, 881, 943, 965, 1019, 1042. — [2]) El. Anz. S 771, 839. — [3]) ETZ S 825. — Z. Beleucht. S 21, 120. — [4]) Mitt. Ver. EW S 214, 241. — ETZ S 833. — El. Anz. S 774. — [5]) ETZ S 798, 838. — [6]) ETZ S 837. — [7]) El. Anz. S 448. — [8]) El. Anz. S 515. — [9]) ETZ S 338. — [10]) ETZ S 201, 636. — El. Anz. S 164, 374, 467. — [11]) El. Anz. S 470. — [12]) ETZ S 1041. — El. Anz. S 681. — [13]) El. Anz. S 718. — [14]) El. Anz. S 422, 794. — [15]) El. Anz. S 478, 661. — [16]) ETZ S 690, 710. — [17]) El. Anz. S 80. — [18]) El. Anz. S 890. — [19]) El. Anz. S 113, 510. — [20]) El. Masch.-Bau S 232, 379. — [21]) El. Masch.-Bau S 439. — [22]) El. Anz. S 796. — [23]) ETZ S 299. — [24]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 296. — [25]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 361, 444, 475. — [26]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 803; Bd 87, S 5, 35, 71. — Electr. (Ldn.) Bd 85, S 30. — [27]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 797. — [28]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 806. — Electr. (Ldn.) Bd 85, S 748. — [29]) El. World Bd 74, S 905, 906; Bd 75, S 287. — [30]) Electr. (Ldn.) Bd 84, S 588, 595; Bd 85, S 681, 685. — El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 671; Bd 87, S 699, 734. — [31]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 118. — [32]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 715. — [33]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 504. — [34]) El. Masch.-Bau S 498. — [35]) ETZ S 61. — [36]) El. World Bd 75, S 1179, 1181, 1235. — [37]) El. World Bd 76, S 57. — [38]) El. World Bd 76, S 19. — [39]) ETZ S 122. — [40]) Rev. Gén. El. Bd 7, S 487. — [41]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 646.

Bildungswesen.

Von Prof. Dr. J. Epstein.

Durch die Beschlüsse der Deutschen Hochschullehrerkonferenz vom Herbst 1920[1]) wird, was seit längerem erstrebt und in gemeinsamer Arbeit gefördert wurde, nunmehr in die Tat umgesetzt. Das Studium der Maschinen- und Elektroingenieure soll nicht über 4 Jahre ausgedehnt werden. Für die Vorstufe — die 4 ersten Semester — gilt ein vorgeschriebener, für alle Hochschulen möglichst gleichmäßiger Studiengang, abschließend mit Vorexamen. Hingegen herrscht auf der Oberstufe Freiheit des Lehrplanes. Gewisse Lehrpläne, die durch das Diplomexamen abgeschlossen werden können, werden zwar aufgestellt, doch steht jedem Studierenden frei, sich einen anderen Plan zusammenzustellen. Er kann dann sein Studium durch Diplomexamen abschließen, wenn sein Studienplan vorher genehmigt worden ist. Die obligatorische mathematische Schulung auf der Unterstufe geht nur so weit, als es den Bedürfnissen des Betriebsingenieures oder eines Ingenieures für wirtschaftliche Betätigung ent-

spricht. Soweit Fächer weitere mathematische Kenntnisse verlangen, werden sie auf der Oberstufe im Zusammenhang mit dem Fache selbst vertieft. Die Unterstufe liefert die Grundlagen des fachlichen Unterrichtsstoffes sowie die in wirtschaftlicher und rechtskundlicher Hinsicht und gewährleistet dem Studierenden eine allgemeine Grundlage in Maschinenbau und Elektrotechnik. Wer vom Gymnasium kommend keine genügende Vorbildung in Mathematik oder Physik mitbringt, findet vor Semesterbeginn Ergänzungskurse in seminaristischer Form. Die wöchentliche Zahl von Vorlesungen und Übungsstunden soll auf etwa 30 beschränkt werden. Um die Gedächtnisbelastung für die Hauptprüfung zu verringern, werden Prüfungen nach Abschluß der Fachgebiete eingeführt. Verschiedene Hochschulen[2]) arbeiteten bereits im Wintersemester 1920/21 nach diesem Programm. Charlottenburg[3]) hat für Gymnasialabiturienten einen ergänzenden Vorkursus in Mathematik, Physik und Chemie eingerichtet und gibt dem neueintretenden Studierenden in einem von elf Professoren abgehaltenen Kursus eine Studienübersicht nach der fachlichen wie wirtschaftlichen Seite. — Der Deutsche Ausschuß für technisches Schulwesen hat in dem Buche »Stimmen zur Hochschulreform« Abhandlungen verschiedener Hochschulprofessoren zu den schwebenden Fragen zusammengestellt und berichtet über die Beratungen in der verfassunggebenden preußischen Landesversammlung und auf dem Dresdener Studententag[4]). — C. Bach[5]) behandelt unter Berücksichtigung der Kriegsfolgen den Werdegang des jungen Ingenieurs. Das Wesentliche sei, sich eine gesteigerte Leistungsfähigkeit zu erarbeiten. Werkstattsschulung ist heute für den Ingenieur um so wichtiger, als ihm die Aufgabe zufallen wird, wieder Qualitätsarbeiter heranzubilden. An Samstag-Nachmittagen, in Abendstunden soll der Praktikant Gelegenheit zur Ausbildung im technischen Zeichnen, Materiallehre, Wirtschaftskunde finden. Der Württembergische Bezirksverein deutscher Ingenieure hat sich der Aufgaben angenommen und in Württemberg für über 300 Praktikanten Arbeit geschaffen.

Der Deutsche Ausschuß für technisches Schulwesen[6]) verlangt Ausbau der Technischen Hochschule nach der wirtschaftlichen Seite hin; weiterhin hat er die Herausgabe von Merkblättern für Ingenieurlehrlinge und für die ausbildenden Fabriken erneut in Angriff genommen. Er erstrebt planmäßige Unterweisung der Praktikanten in enger Verknüpfung mit der Schulausbildung. In Zusammenarbeit mit der Hochschullehrervereinigung wird er billige Zeichnungstafeln für den Studierenden zugänglich machen. — Um die praktische Lehrzeit der Hochschulstudenten wirksamer zu gestalten, befürwortet Gimbel[7]) in großen Betrieben, zweckmäßig in Hochschulstädten, Arbeitsgelegenheit mit angegliederten Werkschulen zu schaffen, die spezieller Leitung unterstehen sollen. Auch solle der Studierende während der praktischen Ausbildungszeit zu einfachen zeichnerischen Aufgaben herangezogen werden.

Fortbildungskurse für Ingenieure wurden in Deutschland weiter ausgebaut. Insbesondere veranstaltete die Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft[8]) zur Ausbildung von Beleuchtungsingenieuren einen einwöchigen Lehrgang, ergänzt durch eine Ausstellung und Besichtigung, der regen Zuspruch fand. Für höhere und mittlere Telegraphenbeamte richtete das Reichspostministerium[9]) Lehrgänge beim Funkbetriebsamte ein.

Der Vortrag von Strecker[10]) über die Ausbildung des Schwachstromingenieurs und die sich anschließende Aussprache behandelt über das spezielle Gebiet hinaus Grundfragen der Ingenieurausbildung. Soll der Ingenieur nicht nur beratendes oder ausführendes Organ für entscheidende Stellen bleiben, sondern selbst in solche einrücken, so muß seine Erziehung mehr auf Fragen des Lebens eingestellt werden. Hierbei ist eine Mehrbelastung des Studiums zu vermeiden, indem dem Studierenden nur die Grundlagen des Fachwissens, die Methoden von Lernen, Forschen, praktischer Arbeit einverleibt werden und im übrigen darauf vertraut wird, daß er im Berufe hierauf weiterbaut. Die Hochschule soll Vorstellungsgabe, Gestaltungskraft, anschauliches Denken, Ausdrucksweise entwickeln, Beherrschung der Grundlagen der Ingenieurwissen-

schaften (eingehende Kenntnisse nur auf dem Spezialgebiet) und Grundlagen der Rechts- und Staatswissenschaft sowie der Volkswirtschaftslehre geben. Die zwei ersten Studienjahre sind die eines Elektroingenieurs zuzüglich einer Vorlesung über allgemeine Telegraphie. Ohne bereits den besonderen Bedürfnissen des Schwachstromingenieurs Rechnung zu tragen, soll diese einen Überblick für das ganze Gebiet eröffnen und dem Studierenden die Wahl eines Sondergebietes erleichtern. Rechts- und staatswissenschaftliche Vorlesungen haben bei allen Studierenden Verständnis für Rechts- und Verwaltungsfragen zu wecken. Das dritte und vierte Studienjahr bringt neben dem für jeden Schwachstromingenieur nötigen Fächern Linienbau, Schaltungslehre, Stromquellen, Konstruktionsübungen, Spezialgebiete, wie Fernsprechwesen, Drahtlose Telegraphie, Fernmeßapparate. Daneben aber empfiehlt Strecker im Interesse erweiterten Blickes möglichst noch ein abliegendes Fach zu betreiben. Die Diplomprüfung soll sich über das Fachgebiet hinaus auf das Wirtschaftliche erstrecken. Die Diplomprüfung könnte bereits unter Herabsetzung der Anforderungen an das Ende des dritten Studienjahres gelegt werden, wobei dem, der auf die Hochschulausbildung längere Zeit verwenden möchte, dies unbenommen bliebe. Der frühzeitig in die Praxis übertretende Ingenieur soll in dieser, insbesondere aber in dem älteren Fachkollegen einen berufenen Lehrmeister finden, wofür die Firmen allerdings ihren Angestellten etwas freie Zeit gewähren müßten. Als Vertreter der Fernmeldetechnik an der Hochschule Charlottenburg wies Rud. Franke u. a. auf die Wichtigkeit des Studiums der Fabrikationsverfahren und eines spezifischen Konstruktionsunterrichts für den Schwachstromingenieur hin und entwickelte den auf 4 Studienjahre berechneten Charlottenburger Lehrplan des Schwachstromingenieurs. Über die Einrichtung der Dresdener Technischen Hochschule berichtete Barkhausen. Hier besteht eine ordentliche Professur für Schwachstromtechnik und eine außerordentliche für Telegraphie und Eisenbahnsignalwesen. So werden einerseits die physikalischen Grundlagen, anderseits die praktisch konstruktive Seite betont. Den praktischen Übungen im Laboratorium wird viel Raum bewilligt, besondere schwachstromtechnische Konstruktionsübungen sind nicht eingeführt. Feyerabend berichtet über die bisherige Ausbildung der Ingenieure der Reichstelegraphenverwaltung, indem besonders geeignete Beamte nach einjähriger theoretischer Ausbildung und neunmonatiger praktischer Fortbildung noch eine mehrjährige Ausbildung im Telegraphenversuchsamt und Telegraphenapparatamt durchmachten. In Zukunft wird die Reichstelegraphenverwaltung Nachwuchs von der Hochschule nehmen und ihm Gelegenheit geben, den Betrieb praktisch kennen zu lernen. v. Voß weist auf den Bedarf an einfachen Konstrukteuren hin, der durch die technischen Mittelschulen zu decken sei, die aber, abgesehen von Hamburg, bisher noch nicht genügend Rücksicht auf den zukünftigen Schwachstromingenieur nähmen.

Die Nürnberger Beschlüsse des Kongresses der Gewerkschaften Deutschlands[11]) verlangen in der Lehrlingsfrage paritätische Zentral-Reichskommissionen für generelle Regelung des Lehrlingswesens und Ausarbeitung der Ausbildungspläne. In den einzelnen Industriebezirken sollen solche Kommissionen die Ausbildung überwachen. Die Lehrzeit soll im allgemeinen 3 Jahre nicht überschreiten. Die Großindustrie soll in erhöhtem Maße zur systematischen Ausbildung von Lehrlingen herangezogen werden. Für Lehrmeister, die bei der Ausbildung Besonderes geleistet haben, werden Prämien vorgesehen. — Mit Unterstützung von Firmen, die auf dem Gebiete schon Erfahrung gesammelt haben, hat der Deutsche Ausschuß für technisches Schulwesen[12]) Lehrgänge für die praktische und für die theoretische Ausbildung der Maschinenbaulehrlinge ausgearbeitet. Für die zweijährige Beschäftigung in der Lehrwerkstätte — die übrigen 2 Jahre soll der Lehrling in der Betriebswerkstätte beschäftigt werden — hat er Werkstattszeichnungen herausgegeben. Der theoretische Lehrplan für die Werkschule behandelt Berufskunde, Bürgerkunde, Rechnen, Naturlehre, Zeichnen, Turnen in 9 Wochenstunden.

Dem Bedarf an Betriebsbeamten mit mittlerer technischer Ausbildung will Volk[13]) durch besondere Betriebsfachschulen Rechnung tragen.

Das Werk von Bruno Schwarze[14]) »Das Lehrlingswesen der preußisch-hessischen Staatsbahnverwaltung unter Berücksichtigung der Lehrlingsverhältnisse in Handwerks- und Fabrikbetrieben« wird von Tiessen als Studien- und Nachschlagwerk über Lehreinrichtungen empfohlen.

Schlesinger[15]) zeigt gute Übereinstimmung zwischen Beurteilung der Lehrlinge in der Werkschule der AEG und durch das psychotechnische Laboratorium.

Zur Frage der Monteurfortbildung weist Pruggmayer[16]) darauf hin, daß der Anfänger zunächst danach fragt, was geschieht und warum, und erst später Aufklärung über die Berechnung verlangt. In der Elektrotechnischen Fachschule in Vasterås wird fremdsprachlicher Unterricht erteilt, in dem deutsche und amerikanische technische Literatur gelesen wird.

In der Hauptversammlung des Installationstechnischen Verbandes[17]) wurde es als zweckmäßig erachtet, daß der Elektromonteurlehrling mindestens 1 Jahr in einer Maschinenfabrik od. dgl. arbeitet, und wurde die Gründung einer auf genossenschaftlicher Basis stehenden Lehrwerkstatt angeregt, in welcher die Installateurlehrlinge zunächst 1 Jahr praktisch arbeiten sollen, um dann die Elektromonteurlehre bei einer Installationsfirma durchzumachen.

Der Schulausschuß der Britischen Vereinigung der Elektrotechnik und verwandter Industrien[18]) hat einen ausführlichen Bericht erstattet. Als Werkstattslehre sind für den gelernten Arbeiter 5 Jahre vorgesehen, für den Techniker 4 bis 5 Jahre, für den Hochschulingenieur 3 Jahre. Aus der Zahl der Hochschulingenieure werden Forschungsingenieure in Sonderkursen weitergebildet. Für alle Lehrlinge wie Praktikanten ist Lohnzahlung vorgesehen. Besonderer Nachdruck wird auf Hebung der Volksschule gelegt.

Nach Electrician[19]) ist man sich darüber einig, daß das technische Wissen nicht das Alpha und Omega für den Ingenieur ist, der zu den höchsten Stellen emporklimmen will. Ob die weitere geschäftliche Schulung auf der Hochschule oder durch die Praxis zu erwerben sei, darüber seien die Ansichten geteilt. Im Unterrichtsplan sei auf eine Verminderung der Einzelfächer hinzuarbeiten und auf eine Konzentration auf die grundlegenden Fächer. Das englische Schulgesetz von 1918 bringt die obligatorische Fortbildungsschule bis zum 18. Jahre. Hierbei sucht man in London möglichst weit nach Berufen zu unterteilen. Der Unterricht findet größtenteils abends statt. Das Interesse für fachliche Fortbildungsschulen hat sich in den letzten Jahren sowohl bei den Arbeitgebern als bei den Gewerkschaften wesentlich gehoben.

Fleming, Pearce und Brocklehurst[20]) weisen darauf hin, daß die technische Ausbildung auch das Verständnis für gedeihliches Zusammenarbeiten fördern soll durch Zusammenschluß der Lehrlinge und Praktikanten.

Für 5jährige Stipendien für Lehrlinge hat das Manchester and District Armaments Out-put Committee 17000 Pfd. Sterl. ausgesetzt. Besonderen Wert legen sie darauf, Hochschulingenieure für Betrieb und für Übersee zu gewinnen, wofür die Gemeinschaft mit den Lehrlingen während der praktischen Ausbildung eine gute Vorschule sei. Die wachsende Bedeutung wissenschaftlicher Betriebsführung zeigt sich in der Errichtung einer entsprechenden Abteilung an dem Manchester College of Technology. Zur Ausbildung des Nachwuchses in der Fabrik soll auch das wissenschaftliche Laboratorium herangezogen werden, ganz besonders für die Anwärter auf höhere Stellen irgendwelcher Art. — Whitney[21]), Vorstand des wissenschaftlichen Laboratoriums der Gen. El. Co. tritt dafür ein, daß der Studierende statt nur Lehrstoff in sich aufzunehmen, unter Leitung von Forschern an wissenschaftlichen Arbeiten teilnehme und gewöhnt werde, auf Neues auszugehen.

Auch Karapetoff[22]) weist auf die Wichtigkeit der Rolle des wissenschaftlichen Laboratoriums hin und auf die Pflicht der Hochschule, dafür geeignete Kräfte auszubilden.

In Deutschland haben die Hochschulen durch Annahme eines neuen Lehrplanes den Gesichtspunkten Rechnung getragen, welche in den letzten Jahren überall hervorgetreten waren. Auf bestem Unterbau, der unter Beschränkung des Faches wirtschaftlichen Gesichtspunkten mehr Rechnung trägt, baut der Studierende in akademischer Freiheit sein Fachstudium auf. Die Industrie wendet seiner praktischen Ausbildung erhöhte Aufmerksamkeit und Mittel zu. Für den Lehrling sind für seine Tätigkeit in der Lehrwerkstätte Vorlagen geschaffen worden und ein Lehrplan für seine theoretische Ausbildung in der Werkschule. Den Bedürfnissen der Schwachstromtechnik wird erhöhte Aufmerksamkeit zugewendet und Rechnung getragen.

England hat einen bedeutsamen Schritt getan, indem es sich endlich entschloß, die obligatorische Fortbildungsschule einzuführen.

In Amerika erkennt man jetzt immer mehr und mehr die Wichtigkeit an, den Studierenden in wissenschaftlicher Arbeit zu schulen und seine Ausbildung erfolgreichen Forschern anzuvertrauen.

In beiden anglikanischen Ländern ist die niedere und höhere Ausbildungsmöglichkeit weniger scharf geschieden, als es in Deutschland der Fall ist, doch geht hier bereits die Entwicklung dahin, die Kluft zu überbrücken.

[1]) Nägel, Z. Ver. D. Ing. S 757. — [2]) ETZ S 920. — [3]) ETZ S 717. — [4]) Z. Ver. D. Ing. S 237. — [5]) C. Bach, Z. Ver. D. Ing. S 1008. — [6]) Z. Ver. D. Ing. S 680. — [7]) Gimbel, Dingl. Pol. J. 1919, S 173. — [8]) ETZ S 803. — [9]) ETZ S 677. — [10]) Strecker, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 9, S 117, 154. — [11]) Hampke, Techn. u. Wirtsch. S 276. — [12]) Z. Ver. D. Ing. S 681, 842, 852. — [13]) Volk, Z. Ver. D. Ing. S 842. — [14]) Techn. u. Wirtsch. S 63. — [15]) Schlesinger, Z. Ver. D. Ing. S 421. — [16]) Pruggmayer, El. Anz. S 1. — [17]) Helios Fachz. S 403. — [18]) Electr. (Ldn.) Bd 84, S 379. — [19]) Electr. (Ldn.) Bd 84, S 227. — [20]) Fleming, Pearce u. Brocklehurst, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 475. — [21]) Whitney, El. World Bd 75, S 151. — [22]) Karapetoff, El. World Bd 75, S 603.

Sozial-Technisches.

Von Georg Osenbrügge.

Gesetzgebung. Aus der Fülle der im Berichtsjahr erschienenen Verordnungen, Erlasse u. a. m. sind nachstehende bemerkenswert: Reichsverordnung über Erwerbslosenfürsorge (26. I. 20)[1]). — Betriebsrätegesetz (4. II. 20) [2]). Hierzu sind im Laufe des Jahres noch verschiedene Änderungen und Ausführungsbestimmungen erlassen. — Verordnung über Heraufsetzung des Grundlohnes und Ausdehnung der Versicherungspflicht in der Krankenversicherung (1. IV. 20)[3]). — Gesetz über die Beschäftigung Schwerbeschädigter (6. IV. 20)[4]). — Verordnung über die Gewährung von Zulagen zu Renten aus der Unfallversicherung (5. V. 20)[5]). — Erlaß betreffend die Einberufung und die Befugnisse der Sozialversicherungskommission (15. V. 20)[6]). — Verordnung zum Schutze der Preßluftarbeiter (28. VI. 20)[7]). — Verordnung des Reichspräsidenten, betreffend die Stillegung von Betrieben, welche die Bevölkerung mit Gas, Wasser und Elektrizität versorgen (10. XI. 20)[8]). — Gesetz über eine außerordentliche Beihilfe für Empfänger von Renten aus der Invalidenversicherung (26. XII. 20)[9]).

H. Schreiber[10]) führt über das englische Elektrizitätsgesetz im Vergleich zu anderen Ländern folgendes aus: Das deutsche Gesetz bereitet die Sozialisierung vor, das österreichische führt sie aus und das englische überspringt die Sozialisierung durch vorsichtiges Lavieren zwischen Zweckverband und außenstehenden Unternehmungen, um diese mit sanfter Hand in seine Netze zu ziehen. — Der Geschäftsbericht des Reichsversicherungsamtes für 1919 bringt wie bisher zusammenfassende Mitteilungen über eine Reihe von Vorgängen auf dem Gebiete der sozialen Versicherung[11]). — G. Siegel[12]) behandelt die Schäden des

Sozialisierungsgesetzes und stellt Leitsätze auf über die Aufgaben der Elektrizitätsversorgung. — K. Hartmann[13]) berichtet in eingehender Weise über »80 Jahre Deutscher Arbeiterschutz-Gesetzgebung von 1839—1919«.

Das soziale Problem. Arbeiterfragen. W. v. Moellendorf[14]) benutzt den Begriff »Wirkungsgrad«, um über die engere, sonderfachliche Begriffsauffassung hinaus das Gebiet der Technik mit einer Weltanschauung zu verbinden. Frei von Vorurteilen mit Hilfe sachlicher Wirkungsgradbesserungen kann die Technik die soziale Frage entwirren. — Nach Cl. Heiß[15]) sind die Aufgaben des Whitley-Ausschusses in England folgende: 1. Vorschläge zu machen über dauernde Verbesserung der Beziehungen zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer. 2. Mittel zu empfehlen, um die Industrieverhältnisse, soweit sie die Beziehungen zwischen Unternehmern und Arbeitern beeinflussen, planmäßig einer Prüfung zu unterziehen und auf Verbesserung hinzuwirken. — Statt der Arbeiterschaft einen Zehnstundentag abzuzwingen, suche man lieber bei reichlicher Arbeitsgelegenheit, die doppelte Zahl von Arbeitern im Schichtwechsel zu beschäftigen. Nach erfolgter Umwandlung des »Klassenbewußtseins« des Arbeiters, deren Beginn schon eingesetzt hat, zum höheren, zum »Organbewußtsein« wird die Arbeiterschaft zum stärksten aufbauenden Faktor[16]). — H. v. Berge[17]) stellt Leitsätze auf über die Dezentralisierung der Industrie zugunsten der mittleren und kleineren Städte. — In der General Motor Co. in Anderson ist die Arbeitszeit auf 9½ Stunden festgesetzt, nachdem die Arbeiter selbst zugegeben haben, daß die bisherige Arbeitsweise in zwei Schichten zu je 8 Stunden für sie unvorteilhaft gewesen ist[18]). — Die in den Leitsätzen von Kleefeld[19]) liegende Forderung, den Achtstundentag, in unser Wirtschaftsleben einzuführen, stellt ein viel höheres und sozialeres Prinzip dar als die Vertretung des ohne Rücksicht auf die Bedürfnisse der Wirtschaft geforderten Achtstundentages für jede körperliche Arbeit. — T. B. v. Doren[20]) betont, daß die Anbahnung eines besseren gegenseitigen Verständnisses zwischen Unternehmer und Arbeiter die Produktion fördert und zur Verhütung von Unfällen beiträgt. Die Bildung von Sicherheits- und Wohlfahrtsausschüssen wird die Beseitigung von Reibungen, Streiks und sonstigen Mißhelligkeiten zwischen beiden Parteien wesentlich fördern. — A. P. M. Flemming[21]) glaubt, daß durch industrielle Forschung, durch Hebung des Verständnisses der Arbeiter für ihre Arbeit, durch Verbesserung der Wohlfahrtseinrichtungen u. a. m. weitere Fortschritte in der Lösung des sozialen Problems erzielt werden. — J. J. Thomson[22]) führt in seiner Betrachtung über den »menschlichen Faktor in der Geschäftsführung« aus, daß der Geist der Versöhnung in Fragen der Beseitigung von Schwierigkeiten zwischen Arbeitgeber und Arbeiter die Lösung des sozialen Problems wesentlich fördern wird. — Zum gleichen Thema äußert sich auch A. Ramsay[23]).

Die Technikerfrage. E. J. Siedler[24]) hat Leitsätze aufgestellt über die Frage, welche Persönlichkeiten als höhere Beamte in der Staatsverwaltung zuzulassen sind. — Anläßlich eines Beschlusses der Preußischen Landesversammlung, das Volkswirtschaftliche Berufsstudium an Technischen Hochschulen einzuführen, weist W. Franz[25]) wiederholt auf die schon seit zwei Jahrzehnten erhobene Forderung hin, einen Teil der höheren Verwaltungsbeamten den Akademikern der Technischen Hochschulen zu entnehmen. — Der Verein Deutscher Ingenieure[26]) hat in einer Entschließung an den Reichstag und den Reichskanzler darüber Klage geführt, daß neuerdings in der Verwaltung ein Zurückdrängen der Techniker in die Erscheinung trete. — Zur erstrebten Gleichstellung der Techniker mit den Juristen in der allgemeinen Verwaltung sind weitere Gesichtspunkte in Form von Leitsätzen aufgestellt worden[27]). — F. Johnen[28]) befürwortet die Heranziehung von Technikern in die Verwaltung von Gemeinden und wünscht die Umwandlung der Gemeinde-Elektrizitätswerke in selbständige Wirtschaftsbetriebe. — J. Kollmann[29]) tritt in einer längeren Abhandlung warm ein für Änderung des Gesetzes von 1906 über die Vorbildung höherer Verwaltungsbeamter. — Der Verein Deutscher Ingenieure[30]) hat eine neue Eingabe an den Preußischen Ministerpräsidenten gerichtet (3. VII.

20) betreffend Zulassung der Ingenieure zum höheren Verwaltungsdienst, die aber am 24. VII. 20 abschlägig beschieden wurde. — E. Heymann[31]) betont, daß die juristisch-staatswissenschaftliche Vorbildung die eigentliche und grundsätzlich beste Vorbildung für die Verwaltungsbeamten bleiben wird. Ein Versuch, auch Techniker hinzuzuziehen, kann gemacht, soll aber nicht zur Regel werden. — C. H. Wordingham[32]) befaßt sich eingehend mit der Ingenieurfrage in England und bringt die Bildung von Ingenieurkammern in Vorschlag. — G. W. Meyer[33]) bringt verschiedene diametral gegenüberstehende Äußerungen über die Stellungsahme deutscher Fachautoritäten über das Thema Ingenieurberuf und Titelfrage. — Mit Ernennung des Ingenieurs H. Lüdemann zum Finanzminister ist in Preußen zum erstenmal ein Techniker auf einen Ministerposten gelangt[34]). — Im Berliner Magistrat sind unter 30 Köpfen jetzt 4 statt früher 2 Techniker hauptamtliche Mitglieder[35]).

Gefahren der Elektrotechnik und Unfälle. Nach dem Kriege macht sich, wie der Bayer. Revisionsverein[36]) berichtet, die Tendenz bemerkbar, mit der Gebrauchsspannung, besonders bei der Stromversorgung von Gebieten mit landwirtschaftlichen Betrieben, so hoch wie möglich zu gehen. Hierbei wurde eine Erhöhung der Feuersgefahr festgestellt. W. Vogel[37]) berichtet über einen tödlichen Unfall durch Drehstrom mit 500 V, bei einem Maurer, der bei Aufräumungsarbeiten spannungführende Teile berührte. In einem anderen Falle wurde durch Schleichstrom von 15 V, der von einer Lokomotivstrecke mit 250 V Spannung ausging, eine Sprengpatrone vorzeitig zur Entzündung gebracht. Die Sprengstücke töteten einen Arbeiter. Ferner weist er auf die Zunahme der tödlichen Unfälle von Menschen und Vieh hin, infolge Einführung der höheren Spannung in Drehstrom-Ortsnetzen von 3×380 V verketteter Spannung und mit 220 V Spannung gegen Erde. — Zwei Unfälle bei 5000 V Phasenspannung durch Erdung gegen eine normaltrockene Eisenbetonunterlage führten nach St. Jellinek[38]) in einem Falle zum Tode eines Arbeiters. Ein anderer merkwürdiger Unfall ereignete sich in einem Badezimmer, in dem sich keine el. Leitung befand. Ein Mädchen wurde in der Badewanne durch el. Strom getötet, weil durch eine beschädigte Isolation der el. Leitung in einem anderen Stockwerk Wasserleitung und Badewanne stromführend geworden war. W. Vogel[39]) äußert sich zum Unfall in der Badewanne, über den St. Jellinek berichtete, und führt einen ähnlichen Unfall, aber ohne tödlichen Ausgang an. — W. Vogel[40]) berichtet über 19 (13) el. Unfälle im oberschlesischen Industriebezirk im Jahre 1919/20 9 (3) in Niederspannungs- und 10 (10) in Hochspannungsanlagen. 4 (2) tödliche Unfälle durch Niederspannung und 8 (9) durch Hochspannung. — Die Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik[41]) verzeichnet für 1919 151 (118) Unfälle durch el. Strom, von denen 61 (61) tödlich verliefen. — Im Jahre 1919 sind dem Elektrotechnischen Verein in Wien 17 (32) Unfälle, 1 (2) tödliche in el. Betrieben gemeldet worden. Von den Unfällen entfallen 15 (16) auf die Wiener städtische Straßenbahn[42]). — G. S. Ram[43]) berichtet über 390 el. Unfälle in englischen Fabrikbetrieben im Jahre 1919. 28 verliefen tödlich. 2 Unfälle wurden verursacht durch Handlampen. — Der Betriebsleiter eines el.-techn. Werkes wurde in einem Transformatorenhäuschen durch Berührung einer 10000-V-Leitung sofort getötet[44]). — Ch. Heydrich[45]) berichtet über einen tödlichen Unfall durch Drehstrom von 220 V. — Nach F. Wach[46]) verunglückte ein Arbeiter tödlich in einem Lastenaufzug durch Drehstrom mit 220 V, weil die Eisenteile ungenügend geerdet waren. — Bei neueingestellten Arbeitern der Narragansett El. Lighting Co., Providence, wurden in den ersten 6 Monaten ihrer Tätigkeit 35% der Gesamtunfälle festgestellt[47]). — A. Waldschmidt[48]) weist auf die Gefahren hin bei Bedienung von offenen Schaltern.

Unfallverhütung und Arbeiterschutz. K. Alvensleben[49]) berichtet auf der 25. Hauptversammlung des Vereins Deutscher Revisions-Ingenieure in Stuttgart über die Tätigkeit des Ausschusses für Unfallverhütungsnormen. — Nach längerer Unterbrechung erschien in diesem Jahre der Jahresbericht der Preußi-

schen Regierungs- und Gewerberäte und Bergbehörden für 1914—1918[50]). — Aus dem Bericht der Gewerbeinspektoren in Österreich vom Jahre 1916 macht E. Honigmann[51]) Mitteilung über vorgefundene Schutzeinrichtungen in Elektrizitätswerken. — G. Dettmar[52]) berichtet über die Aufgaben der neugeschaffenen Prüfstelle des VDE betreffend Unfallverhütung. — C. T. Wilkinson[53]) macht auf die Verwendung einer Niederspannungslampe von 12 V in el. beleuchteten Werkstätten, zur Verhütung häufig wiederkehrender Unfälle durch Berührung von Fassungen u. dgl. aufmerksam. — W. Fuhrmann[54]) hat seit einer Reihe von Jahren eine el. Niederspannungslampe von 15 V in einer Anzahl von Betrieben eingeführt. — E. Guth[55]) schildert den Einfluß der Ermüdung auf die Schwere der Verletzungen gegen Ende der Arbeitszeit und befürwortet eine Herabsetzung der Arbeitsdauer. — Wernekke[56]) weist auf die Bestrebungen der englischen Eisenbahnen hin zur Verhütung von Unfällen bei ihren Angestellten durch Verteilung von Sicherheitsheften, Flugschriften, Münzen usw. — H. Hederich[57]) stellt eine Anzahl Leitsätze auf, die sich mit der Ausgestaltung der berufsgenossenschaftlichen Unfallverhütung befassen. — P. Kaufmann[58]) wünscht eine Verbesserung der Unfallverhütung durch Verstärkung der Mitwirkung der Arbeiter in der Tätigkeit der Berufsgenossenschaften, zwecks Heilung und Wiedereinführung der Verunglückten in geregelte Arbeit. — Gieseking[59]) verwirft die Schutzerdung in Salzbergwerken und bringt statt dessen eine »Schutzleitung« in Vorschlag. — W. Vogel[60]) kommt hingegen zu der Überzeugung, daß die Schutzleitung der Schutzerdung, abgesehen von vereinzelten Fällen, niemals gleichwertig sein kann. — F. Bechoff[61]) schlägt in el. Zentralen die Anbringung von Inschriften, Nummern an Maschinen, Apparaten usw. vor, um Unfälle durch verkehrte Handhabung zu verhüten. — National Electric Code of the Bureau of Standards bringt einige Sicherheitsmaßnahmen gegen zufällige Berührung stromführender Teile, die aber für uns nichts Neues bedeuten[62]). — L. Resnick[63]) berichtet über den Erfolg der »Unfallverhütungswoche« in Pennsylvania. — In den letzten drei Jahren wurden von den Arbeitern der Chicago North Shore and Milwaukee Railroad, Highwood, 1700 Unfallverhütungsvorschläge eingereicht, von denen 90% mit Erfolg eingeführt wurden[64]).

Soziale Fürsorge. Rupp[65]) zeigt, wie die Zuverlässigkeit einer Eignungsprüfung exakt festgestellt werden kann und stellt Forderungen zusammen, die im Interesse der richtigen Anwendung usw. zu erheben sind. — Nach O. Lipmann[66]) beansprucht von der Begabungsforschung und der Wirtschaftspsychologie hauptsächlich das Grenzgebiet unser Interesse, für welches das psychologische Prüfungsamt in Frage kommt. — P. Schlichting[67]) weist auf die Notwendigkeit hin, zur richtigen Berufsberatung schon in der Schule durch Berufsaufklärung und Handfertigkeitsunterricht vorzuarbeiten. — R. Thun[68]) gibt Richtlinien an bei Durchbildung von Apparaten für Eignungsprüfungen und beschreibt einige dieser Apparate. — W. Hellpach[69]) schildert eingehend Vor- und Nachteile der gewerblichen Psychotechnik nach Moede und Piorkowski und streift hierbei auch das Taylorsystem. — Hannach[70]) beschäftigt sich in eingehender Weise mit den Vorteilen des Taylorsystems und geht auf die Zeitstudie und Zeitbeobachtung näher ein. — A. Reinert[71]) bringt eine Anzahl Äußerungen von Fachleuten und aus Arbeiterkreisen gegen die Einführung des Taylorsystems. — Mailänder[72]) berichtet über die Organisation der Berufsberatung in Württemberg. — Heilandt[73]) schildert die psychotechnische Eignungsprüfung bei der Einstellung gewerblicher Lehrlinge in der Werkschule der AEG. — Nach den von Schlesinger[74]) angeführten praktischen Ergebnissen aus der industriellen Psychotechnik sind die Eignungsuntersuchungen ein richtiges Mittel, um unter Jugendlichen und Erwachsenen den geeigneten Mann an die richtige Stelle zu bringen. — H. Boywidt[75]) wünscht für Unfallverletzte seitens der Berufsgenossenschaften eine erweiterte Fürsorge, die er in drei Hauptgebiete zergliedert. — Im Ausschuß für soziale Angelegenheiten der Nationalversammlung wurde am 10. März 1920 die Überweisung der Vermittlungstätig-

keit Schwerunfallverletzter an die Berufsgenossenschaften abgelehnt, dagegen ist eine Berufsgenossenschaft im Beirat jeder Hauptfürsorgestelle vertreten[76]. — Am 30. III. 20 wurde in Berlin eine »Arbeitsgemeinschaft von Reichsversicherungsträgern Groß-Berlins« begründet. — H. Gruber[77]) berichtet über Erstversorgung bei Unfallverletzten im Betriebe der Automobilfabrik Benz & Co. in Mannheim-Waldhof. — Wernekke[78]) macht uns mit einem Aufsatz von Miß M. K. Conyngton bekannt, der sich eingehend mit der Unfallfürsorge in den Vereinigten Staaten befaßt. Ein Vergleich mit den deutschen Einrichtungen zeigt, daß diese den amerikanischen weit voraus sind. — W. Pryll[79]) betont die Notwendigkeit der Fabrikpflege, die nicht nur erhalten, sondern weiter ausgebaut werden muß. — In den Kruppschen Werken können sich die Mitglieder der Betriebskrankenkasse in regelmäßigen Zeitabständen auf ihren Gesundheitszustand ärztlich untersuchen lassen[80]). — Die Union El. Light and Power Co. of St. Louis hat für ihre Arbeiter Abendkurse eingerichtet, die sich mit elementaren technischen und allgemein bildenden Fragen befassen[81]). — Die Monongaheli Valley Traction hat besondere Beamte angestellt, die erkrankte Arbeiter besuchen, ihnen helfend zur Seite stehen sollen, für Pflege zu sorgen haben usw.[82]). — The Home Secretary in England hat nach Anhören von Vertretern aus allen beteiligten Kreisen die Erfahrungen über Entschädigungen von Arbeitern nach Unfällen usw. zusammengefaßt und veröffentlicht[83]).

Wohlfahrtseinrichtungen. Seitens der Erich Rathenaustiftung wurden 1920 45 Stipendien im Gesamtbetrage von M 68690 an Angestellte oder Angehörige von Angestellten der AEG zur Ausbildung in einem technischen Beruf verteilt[84]). — Dem Geschäftsbericht der AEG von 1919/20 ist zu entnehmen, daß 4 Mill. M für Wirtschaftseinrichtungen und außerdem 12 Mill. M zu Stiftungen für Angestellte und Arbeiter verwendet wurden[85]). — Die soziale Frauenschule veranstaltete unter Mitwirkung verschiedener Ministerien und der Gewerkschaftsverbände einen Sonderlehrgang für Arbeiterinnen zur Ausbildung für berufliche Arbeit in der Wohlfahrtspflege[86]). — Die Southern California Edison Co. of Los Angeles hat für ihre Angestellten Speiseräume eingerichtet, in denen sie für geringen Preis reichliche und gute Verpflegung erhalten[87]).

[1]) RGB S 98. — [2]) RGB S 147. — [3]) RGB S 433. — [4]) RGB S 458. — [5]) RGB S 878. — [6]) RGB S 981. — [7]) RGB S 1357. — [8]) RGB S 1865. — [9]) RGB S 2315. — [10]) H. Schreiber, El. Masch.-Bau S 170. — [11]) Arb.-Versorg. S 433. — [12]) G. Siegel, Mitt. Ver. EW S 299. — [13]) K. Hartmann, Techn. u. Wirtsch. S 20. — [14]) W. v. Moellendorf, ETZ S 798. — [15]) Cl. Heiß, ETZ S 832. — [16]) El. Anz. S 382. — [17]) H. v. Berge, El. Anz. S 395. — [18]) El. Anz. S 676. — [19]) Kleefeld, El. Anz. S 930. — [20]) T. B. v. Doren, El. World Bd. 73, S 368. — [21]) A. P. M. Flemming, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 475. — [22]) J. J. Thomson, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 174. — [23]) A. Ramsay, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 181. — [24]) E. J. Siedler, ETZ S 276. — [25]) W. Franz, ETZ S 269. — [26]) Ver. D. Ing., ETZ S 799. — [27]) El. Kraftbetr. S 118. — [28]) F. Johnen, Mitt. Ver. EW S 225. — [29]) J. Kollmann, Techn. u. Wirtsch. S 425. — [30]) Ver. D. Ing., Z. Ver. D. Ing. S 563, 851. — [31]) E. Heymann, Techn. u. Wirtsch. S 105. — [32]) C. H. Wordingham, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 468. — [33]) G. W. Meyer, El. Anz. S 509. — [34]) Z. Ver. D. Ing. S 335. — [35]) Z. Ver. D. Ing. S 1041. — [36]) Bayer. Rev.-Ver., ETZ S 759. — [37]) W. Vogel, ETZ S 302, 699, 750. — [38]) St. Jellinek, ETZ S 379, 549. — [39]) W. Vogel, ETZ S 861. — [40]) W. Vogel, El. Anz. S 565, 571. — [41]) Berufsgen. d. Feinmech. u. El. ü. d. Tätigkeit d. techn. Aufsichtsbeamten für 1919. — [42]) El. Masch.-Bau S 579. — [43]) G. S. Ram, El. Masch.-Bau S 579. — [44]) El. Kraftbetr. S 92. — [45]) Ch. Heydrich, Zentralbl. f. Gewerbehyg. S 239. — [46]) F. Wach, El. Masch.-Bau S 439. — [47]) El. World Bd 75, S 1318. — [48]) A. Waldschmidt, El. World Bd 75, S 729. — [49]) K. Alvensleben, Berufsgenossensch. S 135. — [50]) ETZ S 214. — [51]) E. Honigmann, El. Masch.-Bau S 184. — [52]) G. Dettmar, ETZ S 826. — [53]) C. T. Wilkinson, ETZ S 592. — [54]) W. Fuhrmann, ETZ S 723. — [55]) E. Guth, Zentralbl. f. Gewerbehyg. S 1. — [56]) Wernekke, Zentralbl. f. Gewerbehyg. S 90. — [57]) H. Hederich, Zentralbl. f. Gewerbehyg. S 179. — [58]) P. Kaufmann, Concordia S 100. — [59]) Gieseking, ETZ S 494. — [60]) W. Vogel, ETZ S 494. — [61]) F. Be-

choff, El. World Bd 74, S 634. — [62]) El. World Bd 75, S 397. — [63]) L. Resnick, El. Rlwy. Jl. Bd 56, S 78. — [64]) El. Rlwy. Jl. Bd 55, S 776. — [65]) Rupp, Der Betrieb S 1. — [66]) O. Lipmann, Der Betrieb S 8. — [67]) P. Schlichting, Der Betrieb S 13. — [68]) R. Thun, Der Betrieb S 24. — [69]) W. Hellpach, ETZ S 633. — [70]) Hannach, El. Anz. S 361. — [71]) A. Reinert, El. Anz. S 523. — [72]) Mailänder, Concordia S 67. — [73]) Heilandt, Mitt. AEG S 61. — [74]) Schlesinger, Z. Ver. D. Ing. S 417. — [75]) H. Boywidt, Berufsgenossensch. S 33. — [76]) Berufsgenossensch. S 131. — [77]) H. Gruber, Berufsgenossensch. S 180. — [78]) Wernekke, Zentralbl. f. Gewerbehyg. S 8. — [79]) W. Pryll, Zentralbl. f. Gewerbehyg. S 107. — [80]) Arb.-Versorg. S 157. — [81]) El. World Bd 75, S 331. — [82]) El. Rlwy. Jl. Bd 55, S 404. — [83]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 75. — [84]) ETZ S 123. — [85]) ETZ S 988. — [86]) Concordia S 22. — [87]) El. World Bd 76, S 343.

Rechtsverhältnisse der Elektrotechnik.

Von Justizrat Dr. Otto Zimmer.

Gesetz betreffend die Sozialisierung der Elektrizitätswirtschaft. Dieses Gesetz hat die gesetzgebende Nationalversammlung des Deutschen Reiches am 31. Dez. 1919, wie bereits der vorjährige Bericht an erster Stelle verzeichnet hat, verabschiedet[1]). Auf dem gleichen Gebiete sind im Jahre 1919 auch in anderen Staaten die gesetzgebenden Faktoren tätig gewesen. In den kriegführenden und den ihnen benachbarten neutralen Staaten war der Strombedarf während der letzten Jahre andauernd sehr gestiegen. Der gewaltige Bedarf an industriellen Erzeugnissen, der Mangel an Arbeitskräften, die Weltkohlennot und die dadurch hervorgerufene Notwendigkeit zur sparsamsten Ausnutzung aller Energiequellen lenkten mit Notwendigkeit die Aufmerksamkeit auf die Elektrizitätserzeugung und -versorgung. Zu den wirtschaftlichen Gesichtspunkten kam aber vielfach auch ein politischer. Der von den Sozialisten aller Länder, besonders aber der deutschen Sozialdemokratie verfolgte Gedanke der Gemeinwirtschaft hat auf die gesetzgeberische Tätigkeit in erheblichem Maße seine Wirkung ausgeübt. Wie in den einzelnen Ländern, England, Deutschland, Österreich, Ungarn, Tschecho-Slowakei, Frankreich, Schweden, Holland, Italien und Schweiz, auf dem angegebenen Gebiete vorgegangen ist, wird von Siegel[2]) zusammenfassend dargestellt und kritisch beleuchtet. Die sozialisierende Tendenz ist im deutschen Gesetz am stärksten zum Ausdruck gekommen. Es überantwortet die gesamte Elektrizitätswirtschaft grundsätzlich an das Reich und hindert zum mindesten während der Übergangsperiode die bestehenden Elektrizitätsanlagen an einer ersprießlichen Entwicklung ihrer Tätigkeit und namentlich an der vielfach notwendigen Erweiterung ihrer Anlagen. Es ist dringend zu wünschen, daß das im Gesetz vorgesehene Ausführungsgesetz, das bis zum 1. April 1921 zur Vorlage gebracht werden soll, die im bisherigen Gesetz erhaltenen Gefahren mildert und die sozialisierungstheoretischen Bestimmungen auf ein erträgliches Maß beschränkt. Vorerst ruft die Vereinigung der EWe alle in der Energiewirtschaft tätigen Kreise noch zu weit engerem Zusammenschluß als bisher zusammen, um noch weitergehenden Plänen der Reichsregierung erfolgreich entgegenzutreten[3]).

Im einzelnen liegen im Schrifttum Äußerungen zu dem Gesetz selbst wenig vor. Hingewiesen sei jedoch auf Leiners[4]) Aufsatz zu § 2 des genannten Gesetzes. Leiner fürchtet volkswirtschaftlich schädliche Wirkungen des Gesetzes, weil es den privaten Unternehmern, welchen ihre Rechte auf Ausnutzung der Wasserkräfte durch das Reich entzogen werden, eine »angemessene« Entschädigung gewährt. Die Inhaber solcher Kräfte haben daher ein wesentliches Interesse daran, mit möglichster Beschleunigung für eigenen Betrieb ihre Wasserkräfte noch auszunutzen. Um einem solchen unvollkommenen Ausbau von Wasserkräften zu steuern, wird die Begriffsbestimmung des § 2 »Leistungsfähigkeit von 5000 kW und mehr« einer Kritik unterzogen, und es werden Vorschläge gemacht,

wie diese technisch und rechtlich unsichere Begriffsbestimmung des Gesetzes durch eine zuverlässigere ergänzt oder ersetzt werden könnte.

Kriegs- und Revolutionsnachwirkungen. Wohl noch nie ist in der Weltgeschichte das Wirtschaftsleben eines Volkes in verhältnismäßig kurzem Zeitraum so schweren Erschütterungen ausgesetzt gewesen, wie das des deutschen Volkes seit 1914 bis jetzt. Vor dem Kriege hatte das deutsche Volk in seinem Wirtschaftsleben nach einigen Jahrzehnten rastloser Arbeit Fortschritte erreicht, wie sie wenigen Völkern bisher beschieden waren. Das war in tiefstem Grunde der Anlaß zum Weltkriege. Durch den freiwilligen oder erzwungenen Zusammenschluß fast sämtlicher Völker der Erde zum Kampf gegen Deutschland ist es gelungen, die den anderen gefährlich werdende wirtschaftliche Vormachtstellung Deutschlands zu zertrümmern. Die wirtschaftlichen Verhältnisse im Deutschen Reich sind durch den Krieg und seine Folgen, die Revolution und die Entwertung der Valuta, fast täglich wechselnden Veränderungen ausgesetzt, die ihre Wirkungen auch auf das Recht und seine Fortbildung in erheblichem Maße ausüben. Es ist in den JB für 1918 und 1919 darüber bereits berichtet. Nunmehr ist das Reichsgericht in einer grundlegenden Entscheidung vom 21. September 1919 noch einen sehr bedeutsamen Schritt weitergegangen[5]). Hatte es sich in früheren Entscheidungen nur darum gehandelt, ob trotz der durch den Krieg, und später trotz der durch die Revolution herbeigeführten völligen Veränderung der wirtschaftlichen Verhältnisse die Erfüllung eines Vertragsverhältnisses verlangt werden könne oder nicht, so wurde in diesem Falle das Reichsgericht vor die Frage gestellt, ob unter Umständen bei Fortbestand eines gegenseitigen Vertrages der eine Teil eine Erhöhung der Gegenleistungen fordern könne, wenn seine eigenen Leistungen unter der Veränderung der Verhältnisse wirtschaftlich zu einer völlig anderen geworden waren. Das Reichsgericht hat früher die richterliche Tätigkeit als eine rechtschöpfende nur in dem Falle zugelassen, wenn es sich darum handelte, aus dem Gesamtrechtsverhältnis der Parteien zu einander einzelne Beziehungen, die bei der Vertragsfestsetzung zu ordnen übersehen waren, zu ergänzen. In dem jetzt vorliegenden Falle hat aber das Reichsgericht den Richtern das Recht beigelegt, in bestehende Vertragsverhältnisse einzugreifen und einen Ausgleich der beiderseitigen Interessen vorzunehmen. Allerdings hat es, um von vornherein einem Mißbrauche dieses Grundsatzes vorzubeugen, dreierlei für seine Anwendung gefordert:

1. müssen beide Parteien das Vertragsverhältnis mit ihrem Willen fortsetzen. Die Fälle des Zwanges zur Fortsetzung können hierfür nicht in Betracht gezogen werden;

2. kann nur einer ganz besonderen und ganz ausnahmsweisen Neugestaltung und Änderung der Verhältnisse, wie sie jetzt durch den Krieg eingetreten ist, die bezeichnete Wirkung eingeräumt werden. Lediglich der Umstand, daß eine spätere Veränderung der Verhältnisse nicht vorauszusehen ist und nicht vorausgesehen werden konnte, genügt nicht;

3. aber muß in einem Falle der vorliegenden Art ein Ausgleich der beiderseitigen Interessen stattfinden. Es kann nicht allein zugunsten desjenigen, der durch die neuen Verhältnisse bei Fortdauer des Vertrages leidet und gelitten hat, eine Änderung erfolgen, sondern es müssen ebenso auch die Interessen des anderen Teils berücksichtigt werden, der künftig mehr oder anderes leisten soll. Es darf ihm nicht der ganze Nachteil aufgebürdet werden, so daß nunmehr der Zustand für ihn ein nicht erträglicher sein und der Billigkeit und Gerechtigkeit widersprechen würde; es muß vielmehr der erwachsene Schaden angemessen zwischen beiden geteilt werden. Diesen Ausgleich richtig zu finden, ist Sache der Erfahrung des Richters und seiner verständnisvollen Beurteilung der beiderseitigen Verhältnisse.

Das Reichsgericht bestätigt in diesem Urteil ausdrücklich, daß das BGB die sog. clausula rebus sic stantibus nur in Anwendung auf einige wenige Sonderfälle kenne, und daß auch das Reichsgericht sie nicht als eine allgemein durch-

greifende anerkenne. Bei der Beurteilung der durch den Krieg herbeigeführten völligen Veränderung aller wirtschaftlichen Verhältnisse hat das Reichsgericht aber in Anknüpfung an die Bestimmungen des BGB über die Pflicht des Schuldners die Leistung so zu bewirken, wie Treu und Glauben mit Rücksicht auf die Verkehrssitte es erfordern, und ferner an die Bestimmung über die Unmöglichkeit der Vertragserfüllung der clausula rebus sic stantibus Raum gegeben und die Verpflichtung zur Erfüllung verneint. Mit der jetzigen Entscheidung geht das Reichsgericht nun einen sehr bedeutungsvollen Schritt auf dem betretenen Wege weiter.

Es kann nicht wundernehmen, daß das Urteil eine sehr verschiedene Aufnahme gefunden hat. Bedächtigere Naturen warnen, andere frohlocken geradezu. Charakteristisch sind die in der Jur. Wochenschrift neben dem Wortlaut des reichsgerichtlichen Erkenntnisses zum Abdruck gelangten Besprechungen von Dove, Brückmann und Hachenburg. In jedem Fall wird im geschäftlichen Leben mit diesem Urteil jetzt unendlich viel operiert und ganze Geschäftsbranchen, so vor allem die Lebens- und Haftpflichtversicherung bauen auf ihm ihr weiteres geschäftliches Verhalten auf. Voraussichtlich wird das Reichsgericht noch recht oft Veranlassung haben, in weiteren Urteilen die grundlegende Entscheidung vom 21. September 1919 in Rücksicht auf ähnlich und anders gelagerte Fälle, wie den jenem Urteil zugrunde liegenden, nachzuprüfen.

In seinem Artikel »Befreiung von Verträgen« setzt sich Pourroy[6]) mit den Interessen der Industrie einerseits und der bisherigen Rechtsprechung des Reichsgerichts anderseits auseinander, und rät den Beteiligten zum Vergleich und gegenseitigen Entgegenkommen, und sicher haben in unendlich vielen Fällen die Parteien Rechtsstreitigkeiten zu beiderseitigem Heil durch einen angemessenen Ausgleich ihrer beiderseitigen Interessen vermieden.

Im JB für 1919 war auf S. 19 unter Anm. 15 eine Entscheidung des O.L.G. Colmar erwähnt, die den Stromabnehmer verurteilt hatte, trotz der durch den Krieg herbeigeführten Verminderung der Stromentnahme die vereinbarte Pauschalgebühr zu bezahlen. Das Reichsgericht hat einem ähnlichliegenden Falle die gleiche Beurteilung zuteil werden lassen[7]). Es geht von der Erwägung aus, daß der Abnehmer, da der Vertrag erst nach Ausbruch des Krieges beschlossen war, die Kriegsgefahr übernommen habe, zumal das Minimum der Stromabnahme für die Zeit während des Krieges und die Zeit nach Beendigung des Krieges besonders geregelt sei.

Elektrizitätswerke. Über die früher vielfach behandelte Frage nach der rechtlichen Natur der Kabel und Drähte im Verhältnis zum EW, ob sie dessen Zubehör seien oder als Bestandteile des Werkes anzusprechen, hat das Reichsgericht nochmals Veranlassung gehabt, sich auszusprechen[8]). Auch in diesem Falle ist es seiner früheren Auffassung, nach welcher sie als Zubehör zu gelten haben, treu geblieben. Eckstein[9]) hat in einem Gutachten über »Leitungsnetz, Eigentumsrecht und Hypothekenhaftung« die geltenden Rechtsgrundsätze nochmals zusammenfassend zur Darstellung gebracht.

Von demselben Verfasser[10]) stammt eine Ausarbeitung über »Falsch geschaltete und falsch anzeigende Kontrollmesser«, in welcher er sich mit der Auslegung der vertraglichen Bestimmung, daß die Richtigkeit des Strommessers für den Fall, daß sich Zweifel ergeben sollten, durch einen Kontrollmesser nachgeprüft werden solle, befaßt und eine Verkehrung der Beweislast zuungunsten des Werkes annimmt, wenn der Kontrollmesser aus irgendeinem Grunde nicht richtig funktioniert.

Die Verordnung vom 1. Februar 1919 betreffend die schiedsgerichtliche Erhöhung vertraglich festgesetzter Preise für Elektrizität, Gas und Leitungswasser ist durch eine Verordnung des Reichswirtschaftsministers vom 11. März 1920 mit einer Bekanntmachung vom 18. März 1920 (RGBl Nr. 52) weiter ausgebaut, indem der Reichswirtschaftsminister für die Entscheidungen der Schiedsgerichte Leitsätze aufgestellt hat[11]).

Elektrizitätswerke und Bahnen interessiert gleichmäßig ein Aufsatz von Friedrichs[12]) über Fernleitungen auf öffentlichen Wegen, in welchem die gesamte, heute bestehende Rechtslage einheitlich zur Darstellung gebracht ist.

Haftpflicht. Es ist eine Entscheidung des RG zu registrieren, die den Unternehmungen, welche Hochspannungsleitungen in ihrem Betriebe benutzen, die Verpflichtung auferlegt, namentlich nach einem Sturm die Leitungen nachzusehen, ob sie auch in Ordnung sind, da der Ingenieur wissen muß, daß Hochspannungsleitungen höchst gefährliche Einrichtungen sind, und daß gerade Winddruck an ihnen leicht Beschädigungen und Zerstörungen hervorzurufen pflegt[13]).

Zur **Haftpflicht el. Bahnen** wird auf ein Urteil des RG vom 23. I. 1919 hingewiesen, nach welchem die Abwägung des Verschuldens des Getöteten gegenüber der Betriebsgefahr nicht dazu zu führen braucht, daß der Bahn stets ein Teil des Schadens aufzuerlegen sei. Ferner spricht das Reichsgericht aus, daß die Angehörigen des Getöteten keinen lebenslänglichen Rentenanspruch haben, und daß auch bei einer Entscheidung nur über den Grund, nicht auch über die Höhe des Anspruchs die Forderung dahin zu beschränken ist, daß nur insoweit Schadensersatz zu leisten sei, als der Getötete während der mutmaßlichen Dauer seines Lebens zum Unterhalt verpflichtet gewesen wäre[14]).

Der **Fernsprechvertrag** verpflichtet den Angeschlossenen, den Apparat nicht nur zum Schutze des Apparates, sondern auch im Interesse der bei der Verwaltung beschäftigten Personen ordnungsgemäß zu benutzen. Er haftet in dieser Richtung auch für eine vertragswidrige Benutzung durch einen anderen, dem er die Benutzung gestattet hat[15]).

Patente und gewerbl. Schutzrechte. Ob der Erwerber patentierter Gegenstände diese ohne Patentverletzung selbst ausbessern, ergänzen oder erneuern darf, wird von Müller[16]) in einem für die Praxis bestimmten Artikel erörtert.

Viel gestritten wurde schon seit der Zeit bald nach Ausbruch des Krieges über die Frage, ob der Krieg eine Verlängerung der Dauer der Patente und Gebrauchsmuster rechtfertige oder gar notwendig mache. Die Auffassungen haben vielfach gewechselt, je nachdem die Vertreter der einen oder anderen Interessengruppen für ihre Anschauungen in der Öffentlichkeit mehr oder minder energisch auftraten und warben[17]). Schließlich hat die Nationalversammlung am 30. April 1920 ein Gesetz angenommen, nach welchem eine Verlängerung der Schutzfrist stattfinden kann, wenn während des Krieges ein Patent oder Gebrauchsmuster nicht in einer seiner wirtschaftlichen und technischen Bedeutung entsprechenden Weise hat ausgenutzt werden können. Die Verlängerung wird in der Weise gewährt, daß der Zeitraum vom 1. August 1914 bis 31. Juli 1919 nicht zur Anrechnung kommt. Der Antrag auf Verlängerung war innerhalb einer Frist von zwei Monaten nach Inkrafttreten des Gesetzes (14. Mai 1920) zu stellen, soweit das Schutzrecht bei Inkrafttreten des Gesetzes bereits erloschen war. Bei noch laufenden Schutzrechten lief die Frist bis zum 14. November 1920, die Entscheidung über die Gewährung der Verlängerung ist dem Patentamt übertragen[18]).

Was den Friedensvertrag und seine Bestimmungen bezüglich des gewerblichen Rechtsschutzes angeht, so wird auf einen im el. Anz. enthaltenen Aufsatz verwiesen[19]), in welchem daran erinnert wird, in welch rücksichtsloser Weise man namentlich in England die Patentrechte der feindlichen Staatsangehörigen und vor allem der Deutschen während des Krieges ausgenutzt hat, um die bisherige Rückständigkeit gegenüber gleichen Industriezweigen Deutschlands auszugleichen. Durch den Friedensvertrag wird dafür den benachteiligten deutschen Patentinhabern eine Entschädigung nicht gewährt, ein Klagerecht wird ausdrücklich ausgeschlossen, und es werden damit die eigenen Staatsangehörigen im Besitz der erzielten enormen Vorteile geschützt. Deutschland hat während des Krieges bei Ausnutzung von Schutzrechten feindlicher Staatsangehöriger den Benutzern bestimmte Abgaben auferlegt, die nach den Bestimmungen des Frie-

densvertrages natürlich dem Berechtigten auszuzahlen sind. Besondere Bestimmungen sind im Friedensvertrage dann noch bezüglich solcher Schutzrechte enthalten, die für die Landesverteidigung oder das Gemeinwohl von Bedeutung sind. Von den feindlichen Staatsangehörigen hierfür zu zahlenden Entschädigungen werden aber natürlich nicht ausgezahlt, sondern auf das Konto Wiedergutmachung aufgerechnet.

Am 30. Juni 1920 ist ein internationales Abkommen über die Erhaltung oder Wiederherstellung der durch den Weltkrieg betroffenen gewerblichen Schutzrechte geschlossen, welche von den Vertragschließenden zu ratifizieren war. Die Urkunden darüber sollen innerhalb 3 Monaten in Bern hinterlegt werden[20]).

Das englische Patentgesetz von 1907 wurde durch eine Novelle vom 23. Dezember 1919 bezüglich einer Reihe von Bestimmungen einer Änderung unterzogen. Berührt von den Änderungen werden sowohl die allgemeinen Bestimmungen über den Ausschluß des Patentschutzes, die Schutzdauer und die Jahresgebühren, wie auch das Prüfungsverfahren, Patentübertragung und Lizenzerteilung, ferner die Bestimmungen über Zurücknahme und Zwangslizenz und das darauf bezügliche Verfahren, endlich diejenigen über Rechtslizenzen und die Verfolgung der Patentverletzung[21]).

Allgemeines. Sehr häufig zeigt die Praxis, daß die Vertragsparteien, die über den Abschluß eines Vertrages schriftlich verhandelt, oder mündliche Besprechungen gehabt haben, über die dann schriftliche Bestätigungen erfolgt sind, sich in Unklarheit über die rechtliche Bedeutung dieser Briefe oder Aufzeichnungen befinden. Es wäre wünschenswert und würde in vielen Fällen zur Verhinderung von Streitigkeiten beitragen, wenn die Vertragsparteien die Ausführungen von Eckstein[22]) »die Bedeutung von Schlußscheinen, Bestätigungsschreiben, Kommissionsnoten und Fakturen bei Maschinen- und technischen Aufträgen« kennten und in sich aufgenommen hätten.

Ausland. Wie bereits im Eingang erwähnt, haben auch die außerdeutschen Länder aus Anlaß der durch den Krieg herbeigeführten veränderten wirtschaftlichen und sozialen Verhältnisse sich mit der Elektrizitätswirtschaft befaßt und gesetzgeberische Maßnahmen getroffen oder sie wenigstens in Vorbereitung genommen.

Österreich hat Ende 1919 dem Parlament zwei Gesetzentwürfe unterbreitet, das Gesetz betr. el. Anlagen (Elektrizitätsgesetz) und das Gesetz über Elektrizitätswirtschaft. Beide Gesetzentwürfe gründen sich auf zwei bereits in Kraft befindliche Gesetze, nämlich das Gesetz vom 29. Juli 1919 über gemeinwirtschaftliche Unternehmungen und das Gesetz vom 30. Mai 1919 über das Verfahren bei der Enteignung von Wirtschaftsbetrieben. Der Hauptinhalt dieser beiden Gesetze und die Bestimmungen der zur Vorlage gebrachten beiden neuen Gesetzentwürfe sind in einem Aufsatz von Siegel[23]) dargestellt und kritisiert.

Die **Tschecho-Slowakei** hat das Gesetz vom 22. Juli 1919 »Über die staatliche Unterstützung bei Einleitung der systematischen Elektrisierung« erlassen. Eine Darlegung seiner hauptsächlichen Bestimmungen und Kritik wird von Schreiber[24]) gegeben.

In **England** ist nach mancherlei Fährnissen auf seinem parlamentarischen Wege das im Mai 1918 beim Unterhause eingebrachte Elektrizitätsversorgungsgesetz am 23. Dezember 1919 sanktioniert worden. Es wird in deutschen Zeitschriften besprochen durch Siegel[25]) und Schreiber[26]). Über die Verhandlungen, welche der Entwurf im Hause der Gemeinen in der Kommission und später im Hause der Lords herbeiführte, ist im Electrician während des Jahres 1919 fortlaufend und eingehend berichtet worden. Auch nach der Verabschiedung des Gesetzes sind im englischen Schrifttum Aufsätze über den durch das Gesetz erledigten Gegenstand erschienen, die in einem weiteren Artikel Siegels gewürdigt worden sind[27]).

In **Frankreich** hat man davon Abstand genommen, die Materie der Elektrizitätsversorgung in einem neuen Gesetz neu zu regeln. Es ist vielmehr am 2. No-

vember 1919 nur ein Zusatz zum Gesetz vom 15. Juni 1906, welches der Elektrizitätswirtschaft von Frankreich zugrunde liegt, erlassen. Durch diese ergänzende Bestimmung wird dem Staat die Möglichkeit gegeben, die Erbauung von Verbindungslinien mit oder ohne staatliche finanzielle Hilfe zu erzwingen[28]). Im übrigen erweisen die französischen behördlichen Verfügungen, daß Frankreich unter den gleichen schwierigen wirtschaftlichen Verhältnissen leidet wie Deutschland. Zu bemerken ist hier ein Rundschreiben der Minister des Innern und der öffentlichen Arbeiten, des Verkehrswesens und der Handelsmarine an die Präfekten mit Anweisungen für die Prüfung von Gesuchen auf Tariferhöhung durch die Überwachungsstellen unter Berücksichtigung der gestiegenen Löhne und Gehälter, der Kohlen- und sonstigen Preise[29]). Im Anschluß daran sind dann Ausführungsanweisungen des Unterstaatssekretärs der Gruben und Wasserstraßen erlassen, die sich auf die Ermittelung der den Elektrizitätswerken entstehenden Gehälter- und Lohnkosten, die Festsetzung der Tarifsätze nach den jeweiligen Kohlenpreisen und Löhnen und auf die Bildung von Ausschüssen zur Festsetzung der neuen Tarife beziehen[30]). Auch sonst bestehen in Frankreich die gleichen Schmerzen. Am 21. Juni 1918 erging ein Gesetz, welches gestattete, auf Antrag einer Vertragspartei die Aufhebung oder wenigstens Verschiebung der vor dem Kriege eingegangenen Lieferungsverpflichtungen auszusprechen. Dieses Gesetz fand eine Ergänzung durch ein weiteres Gesetz vom 9. Mai 1920. Über die dadurch geschaffene Rechtslage im besonderen mit Bezug auf Elektrizitätslieferungsverträge äußern sich vier Anwälte in einem gemeinsamen eingehenden Gutachten[31]).

[1]) ETZ S 94 (Wortlaut). — [2]) Siegel, El. Kraftbetr. S 69. — [3]) ETZ S 223. — [4]) Leiner, ETZ S 492. — [5]) Entsch. RG. Bd 100, S 129. — Jur. Wochenschrift S 961. — Mitt. Ver. EW S 331. — [6]) Pourroy, ETZ S 762. — [7]) ETZ S 57. — Entsch. v. 30. 10. 19 (AZ VII 282/19). — [8]) El. Kraftbetr. S 92. — Entsch. v. 13. 3. 18. — Warneyer, Entsch. 11. Jahrg. S 233. — [9]) Eckstein, El. Anz. S 130, 134. — [10]) Eckstein, El. Anz. S 10. — [11]) El. Kraftbetr. S 117. — [12]) Friedrichs, Mitt. Ver. EW S 329. — [13]) El. Kraftbetr. S 67. — Entsch. R.G. v. 19. Okt. 19 (VI. 179/19). — [14]) El. Kraftbetr. S 102. — Das Recht 19, Nr. 1677, 1679. — [15]) El. Kraftbetr. S 103. — RG.-Entsch. v. 28. Okt. 28. Nov. 1918. — Das Recht 19, Nr 25. — [16]) Müller, Mitt. Ver. EW S 86. — [17]) ETZ S 176. — [18]) RGB S 675 und Ausführungsbestimmungen des Reichsjustizministers dazu RGB S 916. — [19]) El. Anz. S 133. — [20]) ETZ S 682. — [21]) ETZ S 498. — [22]) Eckstein, El. Anz. S 236. — [23]) Siegel, El. Gesetzgebung in Österreich, ETZ S 154. — (Wortlaut El. Masch.-Bau S 15, 30). — [24]) Schreiber, Das tschecho-slowakische El.-Gesetz, El. Masch.-Bau S 434 (Wortlaut s. El. Masch.-Bau, Anzeiger S 147). — [25]) Siegel, ETZ S 197. — [26]) Schreiber, El. Masch.-Bau S 170; Anzeiger S 57 (Gesetzesauszug). — [27]) ETZ S 820. — [28]) ETZ S 43. — [29]) Rev. Gén. El. Bd 7, S 65. — [30]) Rev. Gén. El. Bd 8, S 830. – [31]) Rev. Gén. El. Bd 8, S 857.

Technisch-Wirtschaftliches.

Von Dr.-Ing. G. Siegel.

Allgemeines. Das deutsche Wirtschaftsleben leidet dauernd unter den Nachwirkungen des verlorenen Krieges und der Revolution. Inwieweit dies auf dem Gesamtgebiet der Elektroindustrie der Fall ist, wird ausführlich in einem Aufsatz von Dettmar[1]) geschildert. Es werden im einzelnen die Einwirkungen der Lohn- und Gehaltssteigerungen, der verringerten Arbeitsleistung und Arbeitszeit, der erhöhten Preise für Bau- und Betriebsstoffe, der veränderten Grenzen und der Marktlage, der Ein- und Ausfuhr auf die Hauptarbeitsgebiete der Elektrotechnik untersucht. Trotz der vielen hierdurch geschaffenen Schwierigkeiten werden die Aussichten der Elektrotechnik nicht ungünstig beurteilt. — Ein trübes Bild über die wirtschaftliche und soziale Lage der deutschen Elektro-

technik in der ersten Hälfte des Jahres 1920 zeichnet Henrich[2]) in einem Vortrag vor der Arbeitsgemeinschaft der deutschen elektrotechnischen Industrie; er warnt vor Wirtschaftsexperimenten, für deren Überlegenheit über die bisherigen Verfahren noch nicht der geringste Beweis erbracht sei, schildert die schädlichen Einwirkungen des Sozialisierungsgesetzes auf die Industrie und erörtert an Hand von Zahlenangaben den Rückgang der Gütererzeugung im Gegensatz zu der Erhöhung der Löhne. Auch Rathenau[3]) weist in der Generalversammlung der AEG auf die negative Bilanz der Güterverhältnisse der Welt, insbesondere Deutschlands, und auf die schwere Gefahr des Herabsinkens unserer Industrie von unserer technischen Leistungshöhe hin. — In einem später in der Vossischen Zeitung veröffentlichten Aufsatz über Produktionspolitik[4]) fordert er Vorsorge für ausreichende Erneuerung sowie weitausschauende, auf organisatorischer Wirtschaft beruhende Produktionspolitik, um die durch wirtschaftliche und soziale Verstimmung hervorgerufene Gleichgültigkeit des Arbeitnehmers gegen Werk, Werkzeug und Werkstück zu beseitigen. — Ebenso betont C. F. v. Siemens[5]) in der Generalversammlung der S & H A.-G., daß die bisher unerreichte Güte der Erzeugnisse der deutschen Maschinenindustrie durch die fortwährenden Reibungen zwischen Arbeitgebern und Arbeitnehmern gefährdet werde, und warnt vor verhängnisvollen Eingriffen in das bisher bewährte Getriebe der deutschen Wirtschaft. Ausführlich behandelt er die Probleme der gegenwärtigen Wirtschaftslage in einem in Leipzig gehaltenen Vortrage[6]), in dem er die Möglichkeit des Preisabbaues, die Förderung der Gütererzeugung, die Schäden der allzu weitgehenden behördlichen Eingriffe in das Wirtschaftsleben eingehend bespricht. Über den wirtschaftlichen Stand und die Aufgaben der Elektroindustrie hat Respondek[7]) ein Buch veröffentlicht, in dem bemerkenswerte Mitteilungen über die Elektroindustrie in allen Ländern der Welt zu einem Gesamtbild zusammengefaßt sind. Besprechungen und Inhaltsangaben des Buches geben Behrend[8]) und Rosenbaum[9]).

Organisation der Elektroindustrie. Deutschland. Einen bedeutsamen Schritt auf dem Wege des Zusammenschlusses stellt der Abschluß einer Interessengemeinschaft zwischen dem Siemens-Konzern und der Rhein-Elbe-Union[10]) dar, in der die einzelnen Unternehmungen unter Wahrung ihrer Selbständigkeit auf 80 Jahre zu einer Spitzengesellschaft zusammentreten, die Rechte auf gemeinsame Ausgestaltung wirtschaftlicher Verfahren erhält und die finanziellen Bedürfnisse regelt. Es handelt sich somit bei diesem „Elektromontan-Trust", der bei seiner Entstehung ein Grundkapital von über 600 Millionen Mark umfaßt, nicht um eine monopolartige Regelung der Verkaufspreise, sondern um einen »vertikalen« Zusammenschluß der Arbeitsverfahren[11]). In Hinsicht auf diese neue Verwandtschaft zwischen Elektro- und Montanindustrie gewinnen die weiteren Verschmelzungsvorgänge in der Montanindustrie auch für die Elektrotechnik erhöhtes Interesse; hierüber macht Weiß[12]) ausführliche Angaben. — In der Glühlampenindustrie hat der Zusammenschluß weitere Fortschritte gemacht, indem S & H dem gemeinsamen Unternehmen der AEG und Osram-Gesellschaft beigetreten sind[13]). — Auf dem Gebiete der Kabelindustrie ist eine engere Verbindung zwischen der AEG und der Felten- & Guilleaume-Carlswerk A.-G hergestellt worden[14]); die AEG erhöhte zugleich ihr Aktienkapital um 100 Millionen Mark gewöhnlicher und 250 Millionen Mark Vorzugsaktien; von den 100 Millionen wurden 25 Millionen Mark einem amerikanischen Konsortium unter bestimmten Sicherungen übergeben[15]). Die AEG tritt so mit einem Aktienkapital von 550 Millionen Mark an die Spitze der deutschen Großunternehmungen[16]). Auch S & H haben ihr Kapital um 126 Millionen Mark verdoppelt und weitere 60 Millionen Mark Schuldverschreibungen begeben. Ein Teil der Stammaktien erhielt zum Schutze gegen Überfremdung ein 30faches Stimmrecht mit gewissen Einschränkungen[17]).

In der Schwachstromindustrie hat sich eine Anzahl größerer Firmen zu einer gemeinsamen Bearbeitung der ihnen von der Reichstelegraphenverwaltung zugedachten Aufträge zu einer Fernsprech-Ämter-G. m. b. H. zusammen-

geschlossen[18]). — Den Zusammenschluß von Kleinbetrieben des Elektromotorenbaues zu einer Produktionsgemeinschaft empfiehlt Stern[19]).

Die Zusammenarbeit der elektrotechnischen Industrie im Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie hat sich bewährt; die Aufgaben und Erfolge, namentlich auf dem Gebiete der Preispolitik, der technischen Vereinheitlichung und der Ausfuhr wurden auf der Mitgliederversammlung im Juni eingehend erörtert[20]).

Im Rahmen der »Zentral-Arbeitsgemeinschaft der industriellen und gewerblichen Arbeitgeber und Arbeitnehmer Deutschlands« hat sich eine »Reichs-Arbeitsgemeinschaft der Elektrizitäts- und Gaswerke« gebildet, um in gemeinsamer Arbeit die wirtschafts- und sozialpolitischen Aufgaben der in Frage kommenden Unternehmungen zu fördern und für geeignete Vertretung im Reichswirtschaftsrat zu sorgen[21]); über die Vertretung der Industrie in dieser letzteren Körperschaft macht Heiß[22]) einige Angaben; die Arbeitgeberseite der Elektroindustrie ist durch fünf Herren vertreten[23]).

Auch in England wird die Ausbildung von Arbeitsgemeinschaften nach dem Whitley-System, über deren Entstehung und Entwicklung Heiß[24]) berichtet, weiter betrieben[25]). In der Anwendung dieses Systems nach seinem weiteren Ausbau findet Benn[26]) die Lösung der Frage nach einer zweckmäßigen Überwachung der Industrie unter Berücksichtigung gemeinwirtschaftlicher Gesichtspunkte. — Die Frage einer organisierten Zusammenarbeit der verschiedenen Zweige der Elektroindustrie: Fabrikation, Installation, Elektrizitätsversorgung mit dem Ziele einer möglichst gewinnbringenden Arbeitsteilung findet auch in Amerika Beachtung; Godwin hat eine Anzahl Richtlinien aufgestellt, die von Caldwell[27]) wiedergegeben und erläutert werden. Eine eingehende Untersuchung wurde in England über die Verhältnisse der Glühlampenindustrie durchgeführt[28]).

Die **Marktlage** war großen Schwankungen unterworfen. Während die Nachfrage zu Anfang des Jahres außerordentlich rege war, flaute sie gegen Mitte des Jahres immer mehr ab und versiegte auf einzelnen Gebieten, z. B. der Kabelindustrie, fast vollständig. Über die Lage und Aussichten der deutschen Elektroindustrie Ende 1920 gibt Müller[29]) ein übersichtliches Bild.

Die Bewegung des Beschäftigungsgrades wird aus den monatlichen Berichten ersichtlich[30]). — Über die einzelnen Marktgebiete, ihre Beengung und Gefährdung durch Streiks, Sozialisierung, Lohnbewegung, verbreitet sich Henrich[31]) in dem schon erwähnten Vortrag. Vielfach wird auf die verderbliche Wirkung des Kohlenabkommens von Spa hingewiesen[32]), insbesondere von Köngeter[33]) in einem dem Reichskohlenrat erstatteten Bericht.

Eine besonders wichtige Rolle haben im vergangenen Jahre die mit der Ein- und Ausfuhr verknüpften Fragen gespielt. Der Angelpunkt all dieser Fragen bildet der Stand der Valuta; über den Zusammenhang zwischen Valuta und Warenpreis mit besonderer Berücksichtigung der elektrotechnischen Industrie hat Hartmann[34]) eingehende Studien angestellt. An Hand zeichnerischer Darstellungen wird die Abhängigkeit der Warenpreise und Löhne von dem jeweiligen Geldwert gezeigt. Die Bewegung der Wechselkurse selbst wird anschaulich von Mendel[35]) behandelt. — Das außergewöhnliche Sinken der Valuta zu Anfang des Jahres, ihr unerwartetes Ansteigen gegen Jahresmitte, brachte namentlich im Verkehr mit dem Ausland eine Reihe ungewöhnlicher Schwierigkeiten mit sich, über die sich Deutsch[36]) in einem vor dem Reichsverband der deutschen elektrotechnischen Industrie gehaltenen Vortrag verbreitet; er weist auf die Verschleuderung der deutschen Erzeugnisse an das Ausland hin, verwirft die durch die starke Veränderung der Valuta veranlaßte einseitige Aufhebung von Lieferungsverträgen[37]) und betont die notwendige Regelung der Ein- und Ausfuhr durch Selbstverwaltungskörper der Industrie, die an Stelle der unzweckmäßigen Exportabgabe einen Anteil des Übergewinnes an den Staat abführen sollten. Diesen Forderungen ist zum Teil durch die Ausgestaltung der Zentralstelle für die Ausfuhrbewilligungen in der Elektro-

technik entsprochen, die im Laufe des Jahres in eine »Außenhandels-Nebenstelle« umgewandelt worden ist[38]); sie gibt regelmäßige Mitteilungen über die Behandlung der Außenhandelsfragen heraus, insbesondere über die Preisstellung für Auslandslieferungen, über die Gestaltung der an das Reich abzuführenden Ausfuhrabgabe, der sogenannten sozialen Abgabe[39]). Über die Berechtigung der Außenhandelskontrolle, ihre Ausgestaltung und ihre Aufgaben verbreitet sich wiederholt ihr Leiter, Brandt[40]); er tritt namentlich der vom freien Handel erhobenen Forderung der gänzlichen Aufhebung der Außenhandelskontrolle, wie sie z. B. Mackenthun[41]) stellt, entgegen[42]). Von Interesse in diesem Zusammenhang sind auch die Verhandlungen auf dem Außenhandelstag des Handelsvertragsvereins, bei denen sich namhafte Vertreter der Industrie, des Handels und der Behörden über den Außenhandel äußerten[43]).

Unsere Industrie ist trotz aller Abschnürung durch unsere Gegner ein Glied der Weltwirtschaft; die Kenntnis der Gestaltung der Marktlage des Auslandes ist daher für sie von wesentlicher Bedeutung. Hierüber liegen verschiedene Berichte vor.

Über die Leiden und Hoffnungen der deutschösterreichischen Elektroindustrie berichtet Honigmann[44]), der dem vernichtenden Einfluß der Zerstückelung des alten Österreich die Aussicht auf die Elektrisierung der Vollbahnen und den Ausbau der österreichischen Wasserkräfte gegenüberstellt. Die Entwicklung oder vielmehr den Niedergang der Elektroindustrie in Rußland während der letzten fünf Jahre schildert Lifschitz[45]), wobei auch die Organisation der Elektroindustrie unter der Herrschaft der Sowjets beschrieben wird. Material- und Arbeitermangel und Arbeitsunlust haben die Produktion auf ein Minimum herabgedrückt[46]).

Wesentlich günstiger ist die Lage in anderen Ländern. Die lebhafte Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft und Elektroindustrie in Spanien schildert Blumenthal[47]). — In Amerika hat die Elektroindustrie während des Krieges durch den Fortfall des größeren Teiles der europäischen Konkurrenz einen ungeahnten Aufschwung genommen[48]); das Jahr 1919 brachte einen Rekord in der Ausfuhr elektrischen Materials[49]). Ebenso hat sich in Kanada die Industrie während des Krieges gut entwickelt[50]). Auch die niederländische Elektroindustrie hat sich durch die behördliche Unterstützung der Elektrizitätsausbreitung und mangels Einfuhr gehoben[51]). In der Tschechoslowakei und in Ungarn vermögen die einheimischen Industrien den eigenen Bedarf bereits zum großen Teil zu decken. Die Entwicklungsmöglichkeiten sind durch die Aussichten der Ausfuhr nach den Balkanländern günstig[52]). Auch Italien hat sich zum großen Teil von fremder Einfuhr selbständig gemacht[53]). In Süd-Afrika bietet der elektrotechnische Markt nach eingehenden Darlegungen Weyhausens[54]) auch für Deutschland günstige Aussichten; ebenso bietet Süd-Amerika nach Ausführungen von Haven[55]) einen günstigen Markt.

Preispolitik. Die sprunghaft emporschnellenden Rohstoffpreise, über deren Entwicklung Mendel[56]) eine eingehende und anschauliche Schilderung entwirft, machten eine wiederholte Anpassung der von der Elektroindustrie eingeführten Teuerungszuschläge notwendig. Ihre Gestaltung behandelt Behrend[57]) in einem Aufsatz über Preisgestaltung und Preispolitik in der Elektrotechnik, worin er betont, daß die Steigerung der Verkaufspreise sich im Vergleich zu anderen Verbrauchsgütern in mäßigen Grenzen gehalten hätte, und daß der Abbau der Preise mit Rücksicht auf die Gestehungskosten und die Nachfrage noch nicht (Mitte 1920) eintreten könne. Auch Henrich[58]) behandelt eingehend die Preisbildung in der elektrotechnischen Industrie und zeigt, daß je nach dem Bestandteil die einzelnen Fabrikate verschieden hohe Preiszuschläge aufweisen müssen, und daß im ganzen die Steigerung der Preise el. Maschinen im Verhältnis weit geringer als diejenige der zugehörigen Materialpreise gewesen sei. In der zweiten Hälfte 1920 beginnt der Preisabbau; Niefind[59]) weist auf die Umstände hin, die einem weiteren Abbau im Wege stehen.

— Über moderne Selbstkostenkalkulation unter besonderer Berücksichtigung der Fabrikation el. Apparate verbreitet sich Townsend[60]).

[1]) Dettmar, ETZ S 65, 91. — [2]) Henrich, ETZ S 700. — El. Kraftbetr. S 207. — [3]) Rathenau, ETZ S 43. — [4]) Rathenau, ETZ S 778. — [5]) C. F. v. Siemens, ETZ S 143. — [6]) C. F. v. Siemens, ETZ S 885. — [7]) Respondek, Wirtschaftlicher Stand und Aufgaben der Elektroindustrie, Berlin, Springer 1920. — [8]) Behrend, ETZ S 1046. — [9]) Rosenbaum, El. Masch.-Bau S 440. — [10]) ETZ S 921. — [11]) Mitt. Ver. EW. S 324. — [12]) Weiß, ETZ S 979. — [13]) ETZ S 123. — [14]) ETZ S 321. — [15]) ETZ S 402. — [16]) ETZ S 761. — [17]) ETZ S 380. — [18]) ETZ S 475. — [19]) Stern, El. Anz. S 453. — [20]) ETZ S 690. — [21]) Mitt. Ver. EW. S 167. — [22]) Heiß, ETZ S 532. — [23]) ETZ S 948. — [24]) Heiß, ETZ S 832. — [25]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 449. — [26]) Benn, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 473. — [27]) Caldwell, El. World Bd 75, S 155, 211. — [28]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 412. — [29]) Müller, El. Anz. S 977. — [30]) ETZ S 19, 83, 163, 243, 339, 421, 497, 575, 679, 838, 1014, 1057. — [31]) Henrich, ETZ S 700. — [32]) ETZ S 616, 637. — [33]) Köngeter, ETZ S 899. — [34]) Hartmann, ETZ S 441. — [35]) Mendel, ETZ S 713. — [36]) Deutsch, ETZ S 365. — [37]) ETZ S 164, 281. — [38]) ETZ S 223, 690. — [39]) ETZ S 123, 223, 281, 379, 454, 535, 679. — [40]) Brandt, ETZ S 659, 678, 711, 821. — [41]) Mackenthun, El. Anz. S 484. — [42]) Brandt, ETZ 958. — [43]) ETZ S 964. — [44]) Honigmann, ETZ S 1034. — [45]) Lifschitz, ETZ S 393. — [46]) ETZ S 1057. — [47]) Blumenthal, ETZ S 245. — [48]) ETZ S 104, 359, 880; Mitt. Ver. EW. S 325. — [49]) El. World, Bd 75 S 349. — [50]) ETZ S 880. — [51]) ETZ S 498, 880. — [52]) ETZ S 943. — [53]) ETZ S 838. — [54]) Weyhausen, ETZ S 374. — [55]) Haven, El. World Bd 76 S 728. — [56]) Mendel, ETZ S 549. — [57]) Behrend, ETZ S 469, 691. — [58]) Henrich, ETZ S 691. — [59]) Niefind, El. Anz. S 483. — [60]) Townsend, Electr. (Ldn.) Bd 84 S 491, 540.

Technische Vorschriften und Normen.

Von Prof. Dr.-Ing. e. h. G. Dettmar.

Da der Vereinheitlichungsgedanke durch den Krieg eine ganz wesentliche Förderung erfahren hat, ist auch in der Elektrotechnik, die schon früher in bedeutendem Maße durchgeführte Vereinheitlichung noch weiter vorgeschritten. Es haben sich jetzt zu ihr vielfach Kreise bekannt, die früher noch abseits standen oder nur schwer zur Unterstützung derartiger Arbeiten zu bringen waren. Diese gesteigerte Tätigkeit hinsichtlich der Vereinheitlichung spiegelt sich auch in der zunehmenden Literatur[1]) darüber wieder.

Zur Kontrolle des Marktes bezüglich guter und brauchbarer Apparate hat der VDE eine Prüfstelle gegründet, deren Wirksamkeit eine weitgehende Normung voraussetzt und die weiteren Arbeiten in diesem Sinne erheblich unterstützen wird, so daß hier auch auf diese Einrichtung[2]) hingewiesen werden muß.

Normen des VDE. Der erste Teil des Jahres 1920 stand noch wesentlich unter dem Einfluß der Übergangswirtschaft. Es wurden jedoch auch in diesem Zeitraum schon Arbeiten aufgenommen, die von dauerndem Werte sind. In der zweiten Hälfte des Jahres war die Tätigkeit des VDE schon überwiegend wieder den normalen, für die Dauer bestimmten Arbeiten gewidmet.

Die Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften, die im Jahre 1920 auf ihre 25jährige erfolgreiche Tätigkeit[3]) zurückblicken konnte, hat sich damit beschäftigt, welche Maßnahmen[4]) auf Grund der im Kriege und der Übergangszeit gesammelten Erfahrungen hinsichtlich der Errichtung elektrischer Anlagen zu treffen sind. Mit Rücksicht auf den zeitweise aufgetretenen Mangel an Eisen und Blei hat sie Ausnahmebestimmungen[5]) bezüglich der Isolierrohre mit Metallüberzug erlassen. Die vielfach veralteten Bestimmungen über die Kreuzungen von Starkstromleitungen mit Bahnen und Fernsprechleitungen wurden mehrfach abgeändert[6]). Außerdem wurde eine gründliche Neubearbeitung der Bestimmungen über die Ausführung derartiger Kreuzungen in Angriff

genommen. Die Vorschriften für den Anschluß von Fernmeldeanlagen an Niederspannungs-Starkstromnetze durch Transformatoren haben eine neue Fassung[7]) erhalten, und es wurden Erläuterungen[8]) hierzu herausgegeben.

Für die Bearbeitung der Freileitungen, die bisher von einem Unterausschuß der Kommission für Errichtungs- und Betriebsvorschriften erledigt worden ist, wurde eine besondere Kommission gebildet, die die Durchsicht der alten Normalien in die Wege geleitet hat. Sie hat einen neuen Entwurf[9]) hierzu veröffentlicht und für die Übergangszeit eine Herabsetzung[10]) des zulässigen Querschnittes bei Niederspannungsfreileitungen und kleinen Mastentfernungen zugestanden.

Die Kommission für Porzellanisolatoren hat Entwürfe[11]) zu Normen und Prüfvorschriften veröffentlicht, die von der Jahresversammlung angenommen worden sind. Damit sind Normen für Freileitungsisolatoren bis 35000 V für Stützer und Durchführungen sowie Normen für Niederspannungsrollen und -tüllen geschaffen worden.

Die Kommission für Drähte und Kabel hat die für die Übergangszeit geschaffenen Leitungen der jeweiligen Rohstofflage entsprechend einer Durchsicht unterzogen[12]). Sie hat ferner die im Jahre 1916 eingeführten Änderungen der Kupfernormalien[13]) aufgehoben und Arbeiten über die Schaffung der Normen für Aluminium in Angriff genommen.

Die Kommission für Maschinen und Transformatoren hat die Übergangsbestimmungen[14]) beträchtlich abgebaut und Bestimmungen für Einheitstransformatoren[15]) mit Kupferwicklung neu aufgestellt.

Die Kommission für Elektrizitätszähler hat Normen[16]) für Elektrizitätszähler herausgegeben, die von der Jahresversammlung angenommen worden sind. Außerdem hat sie gemeinschaftlich mit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zu den im Jahre 1914 aufgestellten »Leitsätzen für die Bedingungen, denen Elektrizitätszähler und Meßwandler bei der Beglaubigung genügen müssen«, Erläuterungen[17]) bearbeitet.

Die Kommission für Koch- und Heizgeräte hat die früher aufgestellten Vorschriften einer Revision[18]) unterzogen und insbesondere hinsichtlich der Kontakte tief eingreifend abgeändert. Die neuen Vorschriften sind von der Jahresversammlung angenommen worden.

Schon vor dem Kriege waren seitens des VDE Arbeiten in Angriff genomnen worden zur Aufstellung von Leitsätzen zum Schutz von Fernsprech-Doppelleitungen gegen die Beeinflussung durch Drehstromleitungen. Sie sind nunmehr abgeschlossen worden durch Veröffentlichung solcher Leitsätze[19]), zu denen auch Erläuterungen herausgegeben worden sind.

Die Kommission für Fernmeldeanlagen hat die Normung der einzelnen Teile, die sie in den vorhergehenden Jahren durchgeführt hat, weiter fortgesetzt und Normen[20]) über Rundklemmen für Mutteranschluß und über Rundklemmen für Lötanschluß fertiggestellt und der Jahresversammlung unterbreitet.

Den im vorigen Jahre aufgestellten Normalspannungen über 100 V sind nunmehr Normalspannungen[21]) unter 100 V gefolgt, die sich auf das Gebiet der Fernmeldung, Beleuchtung, Elektromedizin und Fahrzeuge sowie Motoren erstrecken. Der Ausschuß für Bedienungselemente hat Normen[22]) für Griffe, Tüllen, Knöpfe zu Hochspannungsschaltern und für isolierte Handgriffe fertiggestellt. Ebenso wurden Normen[23]) über Lieferrollen für Feindrähte zum Abschluß gebracht. Die Normung[24]) von Flachkohlebürsten wurde begonnen, jedoch noch nicht erledigt.

Österreich. In Anlehnung an die in Deutschland herausgegebenen Normen über Spannungen sind auch in Österreich solche Normen [25]) fertiggestellt worden, die sich im wesentlichen mit den deutschen Normen decken, jedoch in einigen Punkten, den österreichischen Verhältnissen entsprechend, Abweichungen zeigen. Sie wurden von dem Staatsamt für Handel und Gewerbe, Industrie und Bauten durch Erlaß[26]) vom 18. VIII. 20 anerkannt.

Ungarn. Auch in Ungarn wurde der Spannungsnormalisierung großes Interesse entgegengebracht, die Frage wurde dort sehr gründlich bearbeitet, und es ist ein Entwurf[27]) zu den Normen aufgestellt worden.

Schweden. Die Sonderkommission des Schwedischen Elektrotechnischen Kommitees hat neue schwedische Maschinennormen[28]) ausgearbeitet, die von der Abteilung Elektrotechnik des Schwedischen Technologen-Vereins angenommen worden sind.

Schweiz. In der Schweiz hat man sich besonders eingehend mit der Normung der Spannungen befaßt und in umfangreichen Arbeiten[29]) die Frage zu klären gesucht.

Amerika. Die Vereinheitlichung der Periodenzahl hat zu dem Vorschlag[30]) geführt, in Zukunft eine solche von 60 als normal in Aussicht zu nehmen.

I. E. C. Die Internationale Elektrotechnische Kommission hat im Oktober 1919 eine Sitzung in London abgehalten, über die im Laufe des Jahres 1920 Berichte herausgekommen sind. Außerdem hatten einige Komitees im März 1920 in Brüssel Sitzungen. Der erste Band der Vorschriften für el. Maschinen ist berausgegeben worden. Es wurde auch die Aufstellung eines internationalen Wörterbuches beschlossen[31]).

[1]) ETZ S 1, 185, 935, 1020. — [2]) ETZ S 949. — [3]) C. L. Weber, ETZ S 645, 673. — [4]) ETZ S 361. — [5]) ETZ S 361, 800. — [6]) ETZ S 78, 421, 475. — [7]) ETZ S 679, 680, 737. — [8]) ETZ S 1015. — [9]) ETZ S 780. — [10]) ETZ S 703. — [11]) ETZ S 618, 737. — [12]) ETZ S 321, 596, 821, 1015. — [13]) ETZ S 821, 1015. — [14]) ETZ S 638. — [15]) ETZ S 576. — [16]) ETZ S 537, 839. — [17]) ETZ S 638. — [18]) ETZ S 680, 860. — [19]) ETZ S 597. — [20]) ETZ S 681.— Z. Fernmeld. S 26. — [21]) ETZ S 136, 443. — [22]) ETZ S 660. — [23]) ETZ S 558. — [24]) ETZ S 762. — [25]) El. Masch.-Bau S 93. — [26]) El. Masch.-Bau S 477. — [27]) ETZ S 1052. — [28]) ETZ S 293. — [29]) Bull. Schweiz. EV S 79, 125, 199. — [30]) ETZ S 513. — [31]) El. Masch.-Bau S 77, 268. — Rev. Gén. El. Bd 7, S 192, 896. — Electr. (Ldn.) Bd 84, S 445. — El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 501, 552; Bd 86, S 520.

A. Elektromechanik.

II. Elektromaschinenbau.

Allgemeines. Von Oberingenieur Dr.-Ing. Fr. Leyerer, Berlin. — Gleichstrommaschinen. Von Oberingenieur Dr.-Ing. Fr. Leyerer, Berlin. — Wechselstromerzeuger und Synchronmotoren. Von Dr.-Ing. Franz Hillebrand, Berlin. — Induktionsmotoren. Von Oberingenieur Friedrich Kade, Berlin. — Wechselstrom-Kommutatormotoren. Von Oberingenieur M. Schenkel, Berlin. — Drehumformer und Gleichrichter, Elektromagnete, Transformatoren. Von Privatdozent Dr. Max Breslauer, Berlin. — Maschinenmessungen. Von Oberingenieur Leo Schüler, Berlin. — Betrieb: Regelung, Parallelbetrieb, Ein- und Ausschalten (Verfahren). Von Oberingenieur Leo Schüler, Berlin. — Anlasser, Regulierschalter, Belastungswiderstände und Widerstandsmaterial. Von Oberingenieur Chr. Krämer, Berlin.

Allgemeines.

Von Oberingenieur Dr.-Ing. Fr. Leyerer.

Die literarische Tätigkeit auf diesem Gebiet war äußerst rege, so daß es bei dem beschränkten Raum nicht möglich ist, hier über alle Arbeiten eingehender zu berichten.

Über die **Fortschritte im Elektromaschinenbau** während des Krieges liegt eine Abhandlung von Rosenberg[1]) vor. Danach wurden sehr große Turbogeneratoren und Transformatoren gebaut, stofflose Luftfilter eingeführt, der el. Antrieb von Schiffen wurde vielfach verwendet, Traktionsversuche mit Gleichstrom von 5000 V wurden angestellt. — Liston[2]) bringt wieder einen Bericht über die Entwicklung der amerikanischen Elektrotechnik im abgelaufenen Jahre.

Grenzen im Elektromaschinenbau. Der im vorigen Jahrbuch erwähnte Vortrag Reichels[3]) ist nun im Druck erschienen. Um den Stand der Entwicklung zu beschreiben, sind dreierlei Maßstäbe benutzt, mit denen Maschinen gleicher Leistung und gleicher oder verschiedener Stromart verglichen werden können: 1. Die bekannte Ausnützungsziffer $C = \frac{N}{d^2 \cdot l \cdot n} 10^6$, wobei N die Leistung in kW oder kVA, d der Durchmesser des umlaufenden Teiles in cm, l seine Eisenlänge ohne Lüftungsschlitze in cm und n die minutliche Umlaufzahl ist. 2. Das sog. Einheitsgewicht, das ist das Gewicht für 1 kW oder kVA, und 3. die Konstruktionsziffer, das Verhältnis von Gesamtgewicht zum Gewicht des aktiven Materials ohne Kommutator.

Nach diesen Gesichtspunkten werden folgende Maschinen behandelt: a) Die normalen Motoren für Gleich- und Drehstrom, deren Typisierung für Leistungen bis 100 kW in Arbeit ist und für Leistungen bis 1000 kW fortgesetzt werden könnte. b) Sondermotoren für mittlere Leistungen bis 600 kW, und zwar ganz gekapselte Motoren für Hebezeuge und für Bahnen, dann selbstlüftende, geschlossene Bahnmotoren und die neuerdings zur Anwendung gekommenen

selbstlüftenden Drehstrommotoren des sog. Kühlmanteltyps [vgl. auch unter [49])], deren Ausnützungsziffer bei kleinen Motoren bis zu 125%, bei größeren Motoren bis zu 90 bis 100% derjenigen der offenen Motoren beträgt. c) Kollektormotoren für Dreh- und Wechselstrom und Spezialmotoren für Großbetriebe, wie Fördermotoren, Motoren für durchlaufende Walzenstraßen und Kehrwalzenstraßen und Motoren für Antriebe von Schiffsschrauben. Die derzeitigen Maximalleistungen dieser Motoren sind schon im vorigen Jahrbuch erwähnt worden. Zuletzt werden Antriebsmotoren für Vollbahnen und Dauerleistungen bis zu 3700 kW behandelt.

Theorie. Von Buschmann[4]) stammt eine gedrängte Übersicht über die Entwicklung der Theorie der Stromwendung, worin er die einzelnen sich ergebenden Theorien untereinander vergleicht. Als vier Hauptrichtungen bei der Erklärung der Kommutationserscheinungen nennt er folgende: 1. Die Theorie der Funkenbildung (als Lichtbogen) infolge zu großer Stromdichte an der ablaufenden Bürstenkante (Thornburn Reid, Pichelmayer). 2. Die Theorie der Funken als Glimmströme (Arnold, Jordan), gleichzeitig auch Theorie des magnetischen Kommutierungsfeldes. 3. Die Theorie der feldfreien Kommutierungszone (Latour, Menges). 4. Die Theorie der Kompensation des Nutenquerfeldes mit dem Wendefeld (Lamme, Binder, Worrall, Pichelmayer).

Dann liegt eine Studie von Lamme[5]) vor über das Kommutierungsproblem an Kollektormotoren aller Art. Er findet, daß nach dieser Richtung ein Unterschied zwischen Gleichstrom- und Wechselstrom-Kollektormotoren nur in der zulässigen Höhe der Kurzschluß-EMK besteht, daß aber im Prinzip das Kommutierungsproblem bei allen Kollektormotoren das gleiche ist. Ferner gibt er eine Tabelle über die zulässigen Werte der Kurzschluß-EMK bei den verschiedenen Motoren und bei je drei verschiedenen Belastungsschärfen.

Rüdenberg[6]) hat eine genaue Theorie der Fremd- und Selbsterregungsvorgänge von magnetisch gesättigten Gleichstromkreisen ausgearbeitet. Während beim Anlegen einer Spule mit unveränderlicher Selbstinduktion an eine konstante Spannung der aufgenommene Strom nach der bekannten Exponentialkurve verläuft, ergeben sich bei magnetischen Kreisen mit erheblicher Sättigung, auf die man in der Praxis angewiesen ist, Abweichungen davon. Die Feldkurve richtet sich zwar noch mit einer gewissen Näherung danach, aber bei der Stromkurve sind zwei Treppenstufen zu beobachten. Diese erklären sich dadurch, daß in einem großen Bereich der Feldstärke eine ganz geringe Änderung des Stromes schon eine starke Feldänderung hervorruft und diese ausreicht, um der aufgedrückten Spannung unter Abzug des Ohmschen Spannungsabfalles das Gleichgewicht zu halten. Die Erregungszeit ergibt sich zu $t = T \cdot \vartheta$. Dabei ist T die Zeitkonstante, die den Einfluß der Konstruktion und Wicklung der Maschine widerspiegelt. Sie ist bei Fremderregung zwar für einen bestimmten Erregungsvorgang konstant, aber noch von der Höhe der Erregerspannung und des stationären Flusses abhängig, bei Selbsterregung dagegen eine absolute Konstante der Maschine. ϑ ist die »numerische Erregungszeit«; sie ist variabel und bringt den Einfluß der Form der magnetischen Charakteristik, aus der sie durch graphische Integration ermittelt werden kann, zum Ausdruck. Rüdenberg hat sie an Hand einer angenommenen Charakteristik für verschiedene Erregungsarten und verschiedene stationäre Spannungen durch Konstruktion ermittelt. Die Zeiten, in denen 95% des asymptotisch angestrebten Endwertes erreicht wird, sind in Abb. 1 dargestellt. Es wird ferner gezeigt, wie man in einfacher Weise

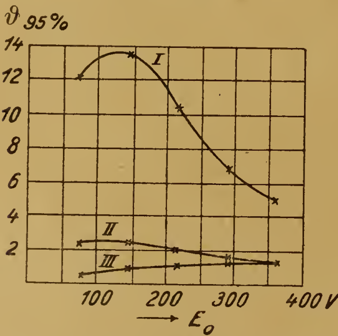


Abb. 1. Erregungszeiten als Funktion der stationären Spannung.
I Selbsterregung. — II Fremderregung mit eingestellter Spannung. — III Fremderregung mit konstanter Spannung und eingestelltem Widerstand.

aus einer oszillographischen Aufnahme des Einschaltstromes die Stärke des Magnetflusses ermitteln kann, was ballistisch schwierig zu machen ist. Zuletzt wird in der Arbeit die Zeitkonstante noch durch die Hauptangaben der Maschine und dann durch deren spezifische Beanspruchungen ausgedrückt, und Oszillogramme von Versuchen werden mitgeteilt, aus welchen sich völlige Übereinstimmung der gemessenen und gerechneten Erscheinungen ergibt.

Über den Einfluß der Nuten auf den magnetischen Widerstand eines gezahnten Ankers liegt diesmal eine theoretische Untersuchung von Gans[7]) (La Plata) vor. — Ots-Chevalier[8]) liefert den Versuch einer allgemeinen Theorie der Vektorendiagramme für el. Maschinen. — Dixon[9]) bringt eine Notiz über Wellenmagnetisierung und durch unipolare Induktion erzeugte Wellenströme. Die Magnetisierung ist hervorgerufen durch die eine oder mehrere Windungen um die Welle bildenden Verbindungen der Kompound- und Wendespulen bei Gleichstrommaschinen oder der Polverbindungen bei Wechselstrommaschinen. Zwecks Vermeidung der Wellenmagnetisierung müssen deshalb die Verbindungen möglichst rückgeführt und die Lager zur Unterbindung der Wellenströme isoliert aufgestellt werden. — Carr[10]) erklärt an Hand einer Maxwellschen Definition, warum ein gezahnter oder genuteter Anker dasselbe Drehmoment ergeben muß wie ein glatter Anker, obwohl das Feld in der Nut, also das Feld im Ankerleiter, kleiner ist als das Feld im Zahn oder das mittlere Feld.

Dreyfus[11]) liefert eine Theorie der Stirnstreuung von Wechselstrommaschinen, die frei sein soll von solchen Anschauungen und Voraussetzungen, welche den tatsächlichen physikalischen Verhältnissen nicht oder nur teilweise entsprechen, wie das bei den bisherigen Näherungsmethoden der Fall ist. Er gibt zu diesem Zweck zuerst eine exakte Definition des Stirnfeldes und entwirft ein Bild vom Verlauf der Streulinien. Das Stirnfeld setzt sich zusammen aus der Luftspaltstreuung und den von der magnetisierenden Wirkung des Statorspulenkopfes herrührenden Kraftlinien, die allein zur EMK der Stirnstreuung beitragen. Die Luftspaltstreuung kann man sich von einem den Luftspalt ausfüllenden Leiter hervorgerufen denken, sie wird aber zum Hauptfeld geschlagen. Die Nähe des Statoreisens, dessen Stirnseite eine Niveaufläche bildet, wird dadurch berücksichtigt, daß symmetrisch zu dieser ein zweiter Spulenkopf gedacht wird. Durch ihn und den Luftspaltleiter ist eine eisenfreie Ersatzwicklung mit geschlossenem Stromkreis entstanden, die der Berechnung leicht zugänglich ist. — Eine Zuschrift zur Dreyfusschen Arbeit bringt Kuczera[12]), auf die Dreyfus erwidert.

Von Leyerer[13]) liegt eine Abhandlung vor über Wechselstrom-Selbsterregung bei Gleichstrommaschinen. Bei Versuchen an einer auf die Rotorwicklung eines Drehstromgenerators belasteten Erregermaschine lag die Nebenschlußwicklung an den Klemmen der Rotorwicklung und es ergab sich, daß die Erregermaschine von einem bestimmten Widerstandswert des Magnetreglers ab Wechselstrom statt Gleichstrom lieferte und daß dessen Frequenz mit wachsendem Magnetreglerwiderstand zu-, mit fallendem Widerstand abnahm, bis allmählich normale Gleichstromabgabe eintrat. Die Erscheinung wird theoretisch untersucht, und es ergibt sich, daß stationärer Wechselstrom, also Wechselstromselbsterregung eintritt, wenn $\frac{L_n}{L_r} = \frac{N - R - r_n}{R + r_r}$, wobei r_n bzw. r_r der Widerstand, L_n bzw. L_r der Selbstinduktionskoeffizient der Nebenschlußwicklung bzw. der Rotorwicklung, R der Ohmsche Widerstand des Magnetreglers und N der Koeffizient der rotatorischen Induktion der Erregermaschine ist. Die Erscheinung stellt eine Schwingung zwischen zwei Stromkreisen dar. Der eine Stromkreis erstreckt sich über Erregeranker—Magnetregler—Nebenschlußwicklung, der andere über Erregeranker—Magnetregler—Rotorwicklung. Beide sind längs des Erregerankers und des Magnetreglers gekoppelt. Bei einer Hauptstrom-Erregermaschine, bei der nur noch ein Stromkreis vorhanden ist, können, wie gezeigt wird, solche Strompendelungen nicht auftreten. Die theoretisch gefundenen Ergebnisse werden schließlich mit Versuchsergebnissen verglichen.

Sommerfeld hat im Jahre 1901/02 den Einfluß eines gedämpft schwingenden Fundamentes (»Wackeltisch«) auf den Gang eines mit konstanter Spannung betriebenen Nebenschlußmotors studiert. Er findet experimentell gewisse kritische Punkte, in denen die Drehzahl bei geringer Steigerung des Vorschaltwiderstandes sich um einen großen Betrag schnell ändert, so daß man also für jede dieser Stellen zwei verschiedene Werte der Drehzahl erhält. Alle dazwischenliegenden Drehzahlen sind instabil, d. h. sie lassen sich durch keine noch so geringe Änderung des Widerstandes festhalten. Weinacht[14]) hat nun die Erscheinung experimentell und rechnerisch an einem Nebenschlußmotor weiter verfolgt. Dessen Anker war durch einseitige Anbringung eines Eisenstückes asymmetrisch gemacht worden und hat dadurch seine Unterlage, einen Tisch, zu gedämpften Schwingungen angeregt. Dabei stellte sich heraus, daß die kritischen Stellen Anlaß zu einer weiteren Erscheinung geben, einer Art Hysterese, indem die Drehzahlen, die bei Verringerung des Vorschaltwiderstandes durchlaufen werden, punktweise durchaus nicht dieselben zu sein brauchen wie diejenigen, die sich bei Vergrößerung des Vorschaltwiderstandes ergeben — analog der Hysterese des Eisens auf magnetischem Gebiete.

Niethammer[15]) und Breitfeld[16]) untersuchen die von Thomson und Lord Kelvin über Fluß- und Stromverdrängung aufgestellten Theorien, welche für hohe Frequenzen versagen. Niethammer behandelt das Problem für hohe Rechteckschienen, Breitfeld für runde Leiter; beide untersuchen die früher gemachten Vernachlässigungen und kommen zu Resultaten, welche die Meßresultate zwanglos begründen.

Boutaric[17]) bringt eine Verallgemeinerung früherer Betrachtungen (von Marcel Deprez aus dem Jahre 1882) über die Leistung el. Generatoren, deren Energie entweder in Jouleschen Effekt oder durch Apparate mit Gegen-EMK in Motorleistung bzw. elektrolytische Energie umgesetzt wird. Er ermittelt, unter welchen Bedingungen die abgegebene Leistung ein Maximum wird und wie groß dann der Wirkungsgrad ist.

Moldenhauer[18]) behandelt in einer Doktor-Dissertation die Oberwellenerzeugung durch hochgesättigtes Eisen. — Von Richter erschien ein Lehrbuch über Ankerwicklungen für Gleich- und Wechselstrommaschinen.

Berechnung. De Pistoye[19]) stellt systematisch die, wie er sagt, jedem Konstrukteur el. Maschinen bekannten Regeln zusammen, welche gestatten, aus einer gegebenen Maschine die Abmessungen einer anderen, in bezug auf Geschwindigkeit, Leistung und Spannung abweichenden Maschine zu bestimmen. — Catterson-Smith[20a]) entwickelt die bekannte Abhängigkeit des Ausnützungsfaktors C (vgl. unter [3])) von den spezifischen Beanspruchungen in der Maschine und gibt Mittelwerte von C für die verschiedenen Arten und Größen von Maschinen. — Vickers[20b]) behandelt die Sehnenwicklung von Ankern, mit welcher bei Wechselstrommaschinen die Harmonischen der EMK-Welle eliminiert werden, und ermittelt in einer kleinen Rechnung, bei welcher Sehne (Verhältnis von Spulenweite und Polteilung) der Kupferaufwand ein Minimum wird in Abhängigkeit vom Verhältnis der Ankerlänge und Polteilung.

Zur Leistungsbewertung der Elektromotoren für aussetzende Betriebe, die bei der erneuten Durcharbeitung der Maschinennormalien im VDE behandelt wird, liegen verschiedene Beiträge vor. Adler und Schiebeler[21]) erläutern die Umstände, die bei der Leistungsbewertung zu berücksichtigen sind, wie Häufigkeit der Belastung oder Zahl der Arbeitsspiele in der Zeiteinheit, Einschaltzeit während eines Spieles, Schärfe der Belastung, Beschleunigungs- und Verzögerungswärme. Sie schlagen vor, bei der Modellwahl eine prozentuale Einschaltdauer (d. i. das Verhältnis der Summe aller Einschaltzeiten in einer gegebenen Zeitspanne zu dieser) und die Schärfe der Belastung (d. h. ob immer vollbelastet oder wechselnd belastet) zu berücksichtigen. Bei den 3 gewählten Werten der Einschaltdauer von 15, 25 und 35% stellen sie 4 Belastungsfälle auf. Die Stempelung der Motoren soll sowohl für eine Leistung im dauernden

aussetzenden Betrieb (Aussetzerleistung) für 25% Einschaltdauer, und zwar bei je 3 Minuten Arbeit und je darauffolgender Pause von 9 Minuten wie für eine kurzzeitige ununterbrochene Leistung (Stunden- oder Halbstundenleistung) erfolgen. Die Aussetzerleistungen für andere Einschaltdauer wären nur bei der Modellerprobung, die kurzzeitigen Leistungen bei jedem zu liefernden Motor nachzuweisen. — Blanc[22]) entwickelt den Zusammenhang zwischen den Verlusten bei Aussetzerleistungen mit verschiedener Einschaltdauer und bei kurzzeitiger Leistung, von ihm Zeitleistung genannt, und gibt eine Formel für die »Bewertungszeit«, während deren der Motor bei gleicher Erwärmung mit der Aussetzerleistung als Zeitleistung belastet werden kann, wodurch die Prüffeldarbeit vereinfacht werden könnte. Er empfiehlt, diese Bewertungszeit (neben der Aussetzerleistung von 25% Einschaltdauer) in Listen anzugeben. — Pohl[23]) spricht sich in einer Zuschrift gegen die Stempelung der Zeitleistung aus und empfiehlt nur Festsetzung der prozentualen Einschaltdauer (der reziproke Wert von ihm Aussetzfaktor genannt), und zwar von 20, 25, 35 und 50%. Er will den Aussetzerlauf dadurch für das Prüffeld bequemer machen, daß die jeweilige Einschaltzeit auf 10 Minuten verlängert wird.

Mattersdorf[24]) empfiehlt statt des Fremdwortes »Shunt« als Bezeichnung des Parallelwiderstandes zur Feldwicklung von Hauptstrommotoren das Wort »Beischluß«. Es erscheint ihm zu den meist gebräuchlichen Zusammensetzungen und zur Bildung eines Zeitwortes geeignet, wie z. B. Beischluß statt Shuntung, beigeschlossener Motor statt geshunteter Motor, Beischlußwiderstand statt Shuntungswiderstand, beischließen statt shunten, Beischlußstufe statt Shuntstufe, Beischlußbetrieb statt Shuntbetrieb. Gegenüber dem auch bisher gebrauchten Wort »Feldschwächung« hat der »Beischluß« den Vorteil, daß eine Verwechslung zwischen dem »Grad der Feldschwächung« $\left(\frac{\text{Feldstrom}}{\text{Ankerstrom}} = x\%\right)$ und dem Schwächungsgrad $(100 - x)$ % nicht mehr möglich ist.

Lubowsky[25]) zeigt, daß es bei der Wahl des Antriebmotors für trägheitsbehaftete elektromotorische Antriebe ein mechanisches Optimum gibt, jenseits dessen die Anfahrverhältnisse trotz höherer Nennleistung des Motors wieder schlechter werden. Er prüft den Einfluß von Drehzahl, Ausnützungsfaktor und Verhältnis von Ankerlänge zu Polteilung auf das Optimum auf Grund zahlenmäßiger Unterlagen eines Rollganges nach.

Das Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité hat Normalien für Bürsten stationärer Motoren angenommen[26]). Darin sind die Abmessungen von vier Reihen verschiedener Bürstenformen festgelegt, ferner Bestimmungen über Litzen, Toleranzen und Bezeichnung. Von einer Normalisierung der Bürstenqualität wurde abgesehen, um Fortschritte in der Bürstenfabrikation und in der Fabrikation der Maschinen nicht zu behindern.

Die für die Wahl der Kohlenbürsten maßgebenden Faktoren und die Eigenschaften der verschiedenen von den Spezialfabriken hergestellten Arten bespricht Jacobi[27a]). Zum Schluß gibt er eine Tabelle über den Verwendungsbereich der von den Firmen P. Ringsdorff-Mehlem und C. Conradty-Nürnberg hergestellten Bürstenmarken. — Dean[27b]) beschreibt Apparate zur Prüfung von Kohlenbürsten und gibt Werte für deren einzelne Eigenschaften, wie sie nach seiner Ansicht eine gute, elektrographitische Bürste für Bahnmotoren haben soll. — Über Abnützung von Kohlen und Kommutatoren gibt Hellmund[28]) zwei Versuchsreihen bekannt. Bei der einen ist beobachtet worden, daß Schleifringbürsten, die stark vibrieren und feuern, nur dann Abnützung zeigen, wenn die Stromdichte zugleich groß ist, während bei kleiner Stromdichte keine Abnützung wahrzunehmen ist. Da im ersteren Fall das Feuer geringer erschien als im zweiten, ergab sich damit die Erfahrung, daß die Stärke des Feuers kein Urteil über die Kohlenabnützung ergibt. Bei der zweiten Versuchsreihe wurde die Kohlenabnützung an einem leerlaufenden erregten Wechselstrombahnmotor festgestellt, und zwar abhängig von Lamellen-

spannung und Drehzahl. Nebenbei wird noch auf den bekannten Vorteil der Treppenwicklung hingewiesen.

Verluste. Pohl[29]) entwickelt eine einfache Annäherungsformel für die zusätzlichen Verluste im Nutenkupfer von Wechselstrommaschinen. Der Fieldsche Faktor K, das Verhältnis der Gesamtverluste zu den Ohmschen Verlusten, beträgt danach:

$$K = 1 + c\left(\frac{f}{100} \cdot \frac{nb}{a}\right)^2 \cdot h^4$$

wenn $c = 1{,}29\, u\, (u - 1) + 0{,}344$ und u die Teilleiterzahl in der Nuthöhe, n die in der Nutbreite, a die Nutbreite, b die Leiterbreite, h die Leiterhöhe und f die Periodenzahl ist. Die Ergebnisse der Formel stimmen mit denen der Fieldschen Formel praktisch überein, so lange die Leiterhöhe unter 20 mm bleibt und der Gesamtverlust im Nutenkupfer das Dreifache des Gleichstromverlustes nicht übersteigt. — In einer zweiten Arbeit berechnet Pohl[30]) die zusätzlichen Verluste in massiven Bügeln. Er zerlegt das Bügelfeld in ein Quer- und ein Längsfeld und konstruiert für jedes eine Ersatznut, um die zusätzlichen Verluste nach den bekannten Fieldschen Formeln oder nach seinen Annäherungsformeln berechnen zu können. Die zusätzlichen Bügelverluste können besonders bei Maschinen großer Stromstärke und kleiner Polzahl, also bei Turbogeneratoren, bei denen der Wickelkopf jeder Phase aus einer größeren Anzahl breiter und nahe aneinanderliegender Bügel besteht, beträchtliche Werte annehmen. — Taylor[31]) beschreibt ein Annäherungsverfahren zur Bestimmung der Stromverteilung und der Zusatzverluste in den Ständerleitern, welches ohne schwierige Rechnungsoperation eine schrittweise Annäherung an die tatsächlichen Verhältnisse gestattet, auf einfache Weise graphisch durchgeführt werden kann und auch brauchbar ist, wo in der Nut Leiter verschiedener Phase liegen.

Bei großen Maschinen gibt es zwei Mittel, um in den einzelnen parallelgeschalteten Teilleitern die induzierten Streuspannungen und damit die Stromverteilung gleichmäßig zu gestalten. Das eine ist das bekannte Schränken der isoliert geführten Teilleiter innerhalb der Nut, wobei die Teilleiter am Anfang und am Ende des Stabes leitend verbunden sind, so daß sich die Ungleichheiten der vom Strome erzeugten Streuspannungen schon innerhalb eines der Eisenlänge entsprechenden Stückes der Wicklung ausgleichen. Auf ein zweites Mittel geht Punga[32]) ein. Hierbei werden die Teilleiter über eine größere Anzahl von Windungen isoliert geführt, und nach jeder Windung tritt ein Lagenwechsel der Teilleiter ein. Mit Hilfe dieses einfachen Kunstgriffes läßt sich ein vollkommener Ausgleich zwischen den Spannungen der einzelnen Teilleiter und eine gleichmäßige Verteilung des Stromes erzielen, wenn man die Zahl der Teilleiter in ein bestimmtes Verhältnis zu der Zahl der Nuten für Pol und Phase bringt. Es werden Beispiele für Ausführung mit vollem und mit verkürztem Wicklungsschritt gegeben. Nach Punga wird letzterer in Deutschland zurzeit weniger als in Amerika angewandt. Seine Vorteile sind aber derart, daß mit einer gesteigerten Anwendung besonders bei zweipoligen Turbogeneratoren zu rechnen ist.

Fechheimer[33]) berichtet über eine Methode zur Trennung der Leerlaufverluste el. Maschinen, Joitel[34]) über Trennung der Hysterese- und Wirbelstromverluste, Carr[35]) über Kernverluste und zusätzliche Verluste.

Aus dem Versuchsfeld der A.-G. Brown, Boveri & Cie.[36]) wird über die Bestimmung der Verluste in Turbogeneratoren und anderen el. Maschinen, welche zur Kühlung größere Luftmengen brauchen, berichtet. Die von der Kühlluft abgeführte Wärmemenge wird aus der Luftmenge und der Temperaturerhöhung der Kühlluft ermittelt. Erstere wird mittels Anemometer oder Meßdüsen bestimmt, letztere durch zwei im Lufteintrittsweg bzw. Austrittsweg angebrachte, entgegengeschaltete Thermoelemente, welche mit einer Messung die Temperaturerhöhung der Kühlluft ergeben. Außer der an die Kühlluft abgegebenen Wärmemenge ist noch die kinetische Energie der Luft an der Meßstelle sowie die durch Strahlung abgegebene Leistung zu berücksichtigen.

Außerdem muß der Beharrungszustand sicher erreicht sein. — Dasselbe Thema wird auch von Dawson[37]) behandelt. — Heinrich[38]) ermittelt durch Versuche die Luftreibungsverluste an umlaufenden dünnen Blechscheiben zu

$$v = \frac{1}{48 \cdot 10^{20}} \cdot D^5 \cdot n^3 \text{ Watt}$$

wobei D den Blechdurchmesser in mm und n die minutliche Drehzahl bedeuten. — Schuler[39]) teilt in einer Zuschrift dazu mit, daß sich die Konstante der Formel direkt proportional mit dem spezifischen Gewicht des Gases ändert, in dem die Scheibe läuft. Er hat deshalb vorgeschlagen, sehr schnellaufende el. Maschinen, wie sie z. B. bei der drahtlosen Telegraphie verwendet werden, in Wasserstoff laufen zu lassen. (DRP Nr 293616.) Die Reibungsarbeit beträgt dann nur 14mal weniger als in Luft. Gleichzeitig ist auch die Kühlung der Maschine günstiger als in Luft.

Erwärmung. In Amerika ist im Jahre 1918 bei Maschinen die zulässige Übertemperatur von 40 auf 50° C erhöht worden. Bunker[40]) ist nun der Meinung, daß diese Änderung für normale Motoren unzweckmäßig sei, da man die Beanspruchung solcher Motoren im voraus doch nicht genau kennt und deshalb der Sicherheitsfaktor bei einem 50°-Motor kleiner ist als bei einem 40°-Motor derselben Leistung. Er kritisiert ausführlich die zugunsten des 50°-Motors abgegebenen Urteile, bezweifelt, daß die geringeren Anschaffungskosten die erhöhten Unterhaltungskosten überwiegen und glaubt, daß die Käufer zum 40°-Motor zurückkehren werden, wenn ihnen die Sachlage erst besser bekannt wird. — Taylor[41]) beschreibt Versuche zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Spulenisolationen. — Lubowsky[42]) hat die Vidmarsche Formel zur Bestimmung der Höchsttemperatur aus der mittleren und kältesten Temperatur (erstere durch Widerstandsmessung, letztere durch Thermometermessung bestimmt, vgl. JB 1919 S 31) an einer langen Hochspannungs-Ständerspule nachgeprüft. Das Ergebnis deckt sich mit der Beobachtung von Rogowski und Vieweg an runden Spulen (vgl. JB 1919 ebenda), wonach die niedrigste Temperatur unmittelbar auf den Leitern, nicht auf der Spulenoberfläche zu messen ist. Da die Thermometermessung infolgedessen für die Mehrzahl der Fälle ausscheidet und eine Messung mit Thermowiderstand bzw. Element notwendig ist, so erscheint das Anwendungsgebiet der Formel beschränkt, da dann die Höchsttemperatur unmittelbar bestimmt werden könnte. Dazu wäre aber wieder viel Erfahrung über die Lage des Temperaturmaximums bei den verschiedenen Maschinen erforderlich. — Die Maschinenfabrik Eßlingen[43]) macht in einer Zuschrift aufmerksam, daß sie Motoren ähnlich dem »Emcol«-System (vgl. JB 1918 und 1919) seit einer Reihe von Jahren baut. Mossay[44]) erwidert, daß die Maschine von Eßlingen nach einem sehr alten Prinzip gebaut ist und daß seine Emcol-Patente einen wesentlichen Fortschritt darstellen, da bei ihnen die wirksame Abkühlungsfläche mindestens zwei- bis dreimal so groß ist.

Bunet[45]) kommt in einer längeren Abhandlung zu dem Schlusse, daß bei der ständig wachsenden Größe der el. Maschinen und bei den damit verbundenen wachsenden Verlusten die Kühlung der Maschinen in neue Bahnen gelenkt werden müsse. Er schlägt vor, die bisher mit der Kühlluft entweichende Wärmeenergie nutzbar zu sammeln, indem man z. B. durch die heiße Luft leichtflüchtige Flüssigkeiten verdampfen läßt und diese wieder kondensiert, wodurch man die Verlustwärme der Maschinen als motorische Kraft oder Nutzwärme wieder gewinnen könnte.

Mechanische Konstruktion. Starker[46]) betont, daß Normalisierung mechanischer Teile für ökonomische Herstellung el. Maschinen notwendig ist, ferner, daß Vereinheitlichungsbestrebungen mehrerer Fabrikanten den Fortschritt nicht hindern und daß sowohl Herstellungskosten wie Absatz den Entwurf der Maschinen bedingen müssen. — Wolf[47]) bringt Beschreibungen einer Anzahl neuerer, patentierter Konstruktionen von Schleifringen und Kommutatoren.

Dittrich[48]) berichtet über Betriebsstörungen, welche sich an gelüfteten Bahnmotoren ergeben, bei denen die Kühlluft durch einen Ventilator über den Kommutator hinweg durch den Motor geblasen wird. Der von den Kohlenbürsten herrührende Kohlenstaub setzt sich an den Wicklungen und in den Lüftungskanälen fest, behindert die Abkühlung und führt außerdem zu Überbrückungen und Staubexplosionen. Dittrich beschreibt einen von ihm konstruierten Ventilator, welcher die Luft in umgekehrter Richtung durch den Motor drückt, so daß sie auf der Kommutatorseite austritt. Bei Probefahrten hat sich die neue Anordnung bewährt. Die geförderte Kühlluft scheint nicht wesentlich verringert zu sein, da die Höchsttemperaturen der Motoren nicht höher waren als bei einem gleichzeitig auf der Lokomotive laufenden Motor mit der ursprünglichen Luftführung. — Ferner ist ein Referat[49]) über die staub- und gasdicht gekapselten Kühlmantelmotoren zu erwähnen. Sie besitzen ein vollkommen dichtgeschlossenes Gehäuse, das bei kleineren Formen von einem Kühlmantel umschlossen ist, innerhalb dessen die Kühlluft strömt. Diese führt die Wärme an der Oberfläche des Gehäuses wirksam ab, kommt aber mit dem Inneren des Motors nicht in Berührung. Bei größeren Formen wird die Innenluft des Motors außerdem noch durch die Außenluft in einem in der Grundplatte des Motors angeordneten Rippenkühler rückgekühlt. Auf diese Weise kann die stark verunreinigte Luft jedes Betriebsraumes ohne die geringste Gefahr einer Schädigung des Motors als Kühlluft Verwendung finden. Diese Motoren erreichen besonders bei kleineren Formen die Leistungen der offenen, ungeschützten Motoren. Sie dürften deshalb die vollständig gekapselten Motoren ohne Außenkühlung oder mit Außenkühlung durch das sog. Umlaufrohr sowie die ventiliert gekapselten Motoren mit angebautem Luftfilter oder mit Rohranschluß für Zuführung von reiner Luft verdrängen. — Eine Dynamo der Firma Newtons Ltd. in Tounton nach dem gleichen Prinzip, die für Aufstellung in Gaszentralen geeignet ist, wo die stets vorhandenen Gase besonders den Kommutator angreifen, beschreibt Sanford[50]). Die Dynamo leistet 84 kW bei 210 Umdrehungen, der Kühlkörper sitzt oben zwischen den beiden Lagerschildern, die gashaltige Außenluft hat also keinen Zutritt zum Innern der Maschine. Der Mehrpreis der Maschine gegenüber einer offenen derselben Leistung soll nur 25% betragen, der Wirkungsgrad bei Volllast 90,5%.

Leybold[51]) berichtet über Versuche mit schlagwettergeschützten Elektromotoren in explosiven Gasgemischen. In einer zweiten Abhandlung[52]) gibt er Beobachtungen, Maßnahmen und Erfahrungen bei der Anwendung geschützter Elektromotoren im Kohlenbergbau und der chemischen Industrie, bei der Petroleumgewinnung und anderen Betrieben.

Die Elektromotoren haben nach der Meinung von Hunn[53]) auf Schiffen bisher nicht die Verwendung gefunden, die ihnen zukommt. Er glaubt, daß sich dies bei der Einführung der von Ölmaschinen angetriebenen Schiffe ändern wird und schreibt über den Entwurf von Dynamos und Motoren für Marinezwecke.

Leilich[54]) beschreibt einen Sprühregen-Feuerschutz für Turbogeneratoren, der in einen Generator für 20000 kVA eingebaut ist. Er meint, daß gegen Wasser als Löschmittel nichts einzuwenden sei, weil es keine chemischen Wirkungen habe und die geretteten Wicklungsteile leicht getrocknet werden können. Demgegenüber wird in einem Referat betont, daß das Aufquellen gepreßter Wicklungsteile bei Hochspannungsmaschinen zu nachträglichen Durchschlägen führen und ein Verrosten der Bleche schwere Eisenkrankheiten hervorrufen kann, so daß sich die Fortbildung der Kohlensäure-Löscheinrichtungen in Verbindung mit schnell und sicherwirkenden Luftabschlußorganen empfiehlt. — Über die Löschung von Bränden in großen, ganz geschlossenen Generatoren und Motoren liegt auch eine Abhandlung von Savage[55]) vor. — Eason[56a]) behandelt die Auswuchtung von Maschinen und gibt eine Übersicht über die darüber erschienene Literatur, auch die deutsche. — Lyon und Wrench[56b]) haben leichte, aus Dynamo von 2 bzw. 4 kW, Petroleummotor und Schalttafel zusammengesetzte Aggregate durchgebildet. — Eine Ausbalanciermaschine für Läufer von Ma-

schinen aller Art, die in den Vereinigten Staaten Eingang gefunden hat, beschreibt Amy[57]). Er stellt auch die Ursachen zusammen, die Vibrationen von Läufern verursachen können. — Torchio[58]) gibt an Hand von Berichten über 55 Betriebsschäden an Turbodynamos der Vereinigten Staaten mit Leistungen von 5000 bis 30000 kW eine nach Art der Schäden geordnete Übersicht, auf Grund deren er empfiehlt: Isoliermaterial von erwiesener Verläßlichkeit, angemessene Unterteilung des Kupfers, Versetzung der Leiter in den Wicklungen, reichliche Belüftung, Betriebstemperatur des Kupfers unter 100° C. Bei Maschinen mit gleichbleibender Belastung hat Glimmer für hohe Temperaturen unbegrenzte Haltbarkeit, bei solchen im aussetzenden Betrieb hat er versagt. Prüfspannung soll dreimal volle Spannung plus 1000 V betragen. Glimmer und Asbest in Streifenform für Magnetwicklungen ist zuverlässiger als Faserstoffe. Massive Felder sind besser als geblätterte oder aus Platten aufgebaute. Kühlluft muß trocken sein. — Es werden ferner Kurven gegeben über Ölverbrauch[59]) von Turbogeneratoren, abhängig von Leistung und wöchentlicher Betriebszeit. — Wintermeyer[60]) untersucht, in welcher Weise die Lagerung, Schmierung und Lüftung einer el. Maschine durchgebildet sein muß, um den Wirkungsgrad in günstigem Sinne zu beeinflussen.

Ferner wird ein neues Naßluftfilter[61]) beschrieben, bei dem die Luft durch rotierende feinmaschige Metallscheiben, die in Wasser tauchen, streicht. Der Wasserbehälter ist an eine Wasserleitung angeschlossen, der Wasserstand wird durch einen Schwimmer gehalten. — Dann wird ein Verfahren[62]) zum Pressen, Drehen und Überdrehen von Kommutatoren angegeben, welches Erzielung eines gut haltbaren Kommutators bezweckt, auf die nach Ansicht des englischen Verfassers mehr Wert gelegt werden sollte. — Weiter beschreibt Dixon[63]) Schraubvorrichtungen zum Aufpressen von Ankern auf ihre Wellen.

Die Verwendung von Eisenbeton zur Herstellung gewisser Maschinenteile wird in Amerika ernstlich in Betracht gezogen. Man erwartet, daß dieser Baustoff bei dem vorgeschrittenen Stand der Eisenbetontechnik allen Forderungen entsprechen wird und erhofft, durch seine Anwendung die sonst bei großen Gußstücken auftretenden Herstellungs- und Transportschwierigkeiten zu vermeiden und eine Ersparnis an Materialkosten, Löhnen und Frachtspesen zu erzielen. So empfiehlt Hackett[64]) die Verwendung von Eisenbeton für das Statorgehäuse und für die Tragkonstruktion des oberen Drucklagers bei großen Wechselstromgeneratoren mit vertikaler Welle für Wasserkraftanlagen und gibt eine Beschreibung seines Entwurfes. Zur Verminderung der Anlagekosten sollen solche Generatoren so ausgebildet werden, daß unter Weglassung eines Maschinenhauses eine Freiluftzentrale entsteht in gleicher Weise, wie es in Amerika bei Transformatorunterstationen bereits geschehen ist.

[1]) E. Rosenberg, ETZ S 165. — [2]) J. Liston, Gen. El. Rev. Bd 23, S 4. El. Masch.-Bau S 359. — [3]) W. Reichel, Z. Ver. D. Ing. S 543, 575, 1104. — [4]) H. Buschmann, El. Anz. S 329, 335. — [5]) B. G. Lamme, Jl. Am. Inst. El. Eng. S 265; El. Masch.-Bau S 545. — [6]) R. Rüdenberg, Bull. Schweiz. EV S 127; Wissenschaftl. Veröffentl. d. Siemens-Konzerns Bd 1, S 179. — [7]) R. Gans, Arch. El. Bd 9, S 231. — [8]) L. Ots-Chevalier, Rev. Gen. El. Bd 7, S 315, 347. — [9]) J. Dixon, El. World Bd 75, S 1487. — [10]) L. H. A. Carr, El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 135. — [11]) L. Dreyfus, ETZ S 106, 128. — [12]) J. Kuczera u. L. Dreyfus, ETZ S 559. — El. Masch.-Bau S 520. — [13]) Fr. Leyerer, Arch. El. Bd 9, S 95. — [14]) J. Weinacht, Arch. El. Bd 9, S 319. — [15]) F. Niethammer, El. Masch.-Bau S 141. — [16]) C. Breitfeld, El. Masch.-Bau S 537. — [17]) A. Boutaric, Rev. Gén. El. Bd 7, S 387. — [18]) L. Moldenhauer, ETZ S 837. — [19]) H. de Pistoye, Rev. Gén. El. Bd 7, S 121. — ETZ S 552. — El. Masch.-Bau S 376. — [20a]) J. K. Catterson-Smith, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 138. — [20b]) H. Vickers, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 493. — [21]) E. Adler u. C. Schiebeler, ETZ S 485, 508, 970. — [22]) F. Blanc, ETZ S 812. — [23]) R. Pohl, ETZ S 822. — [24]) W. Mattersdorff, El. Kraftbetr. S 120. — [25]) K. Lubowsky, ETZ S 285. — [26]) Rev. Gén. El. Bd 7, S 391. — [27a]) Jacobi, El. Anz. S 432, 437. — [27b]) J. S. Dean, El. Rlwy. Jl. Bd 56, S 363. — [28]) R. E. Hellmund, Jl. Am. Inst. El. Eng. S 579. — ETZ S 1009. —

[29]) R. Pohl, ETZ S 908. — [30]) R. Pohl, ETZ S 997. — [31]) H. W. Taylor, El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 102. — El. Masch.-Bau S 294. — [32]) F. Punga, ETZ S 69. — [33]) C. J. Fechheimer, Jl. Am. Inst. El. Eng. S 162. — [34]) A. Joitel, Rev. Gén. El. Bd 7, S 148. — [35]) L. H. A. Carr, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 562. — [36]) BBC-Mitt. S 132. — El. Masch.-Bau S 506. — [37]) F. Dawson, Gen. El. Rev. Bd 23, S 153. — [38]) K. Heinrich, ETZ S 152. — [39]) M. Schuler u. K. Heinrich, ETZ S 323. — [40]) A. C. Bunker, El. World Bd 75, S 73. — [41]) T. S. Taylor, El. World Bd 75, S 369. — [42]) K. Lubowsky, ETZ S 646. — [43]) ETZ S 533. — [44]) P. A. Mossay, ETZ S 923. — [45]) P. Bunet, Rev. Gén. El. Bd 8, S 314. — [46]) C. W. Starker, El. World Bd 75, S 942. — [47]) W. Wolf, Helios Fachz. S 103, 127, 143. — [48]) W. Dittrich, El. Kraftbetr. S 114. — [49]) El. Anz. S 356. — [50]) E. G. Sanford, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 612. — [51]) W. Leybold, Jl. Gas Wasser S 17. — [52]) W. Leybold, Jl. Gas Wasser S 739. — [53]) J. A. Hunn, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 267. — [54]) J. T. Leilich, El. World Bd 76, S 385. — ETZ S 985. — [55]) M. A. Savage, Gen. El. Rev. Bd 21, S 53. — ETZ S 60. — [56a]) A. B. Eason, El. Rev. (Ldn). Bd 86, S 72. — Rev. Gen. El. Bd 8, S 619. — [56b]) Lyon u. Wrench, Eng. Bd 107, S 531. — [57]) E. V. Amy, El. World Bd 74, S 1003. — ETZ S 1038. — [58]) Ph. Torchio, Jl. Am. Inst. El. Eng. S 548. — ETZ S 655. — [59]) El. World Bd 76, S 882. — ETZ S 1038. — [60]) Wintermeyer, El. Anz. S 899, 903, 909. — [61]) Electr. (Ldn.) Bd 84, S 694. — [62]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 196. — [63]) J. Dixon, El. World Bd 75, S 903. — [64]) C. M. Hackett, El. Masch.-Bau S 159.

Gleichstrommaschinen.

Von Oberingenieur Dr.-Ing. Fr. Leyerer.

Theoretisches. Verschiedenes. Niethammer[1]) bringt eine Abhandlung über Reguliermotoren. Er erläutert die bekannten Tatsachen, daß bei weitgehender Feldschwächung die maximale Segmentspannung infolge der Feldverzerrung durch das Ankerquerfeld bedeutend erhöht wird, wodurch Überschlagsgefahr eintritt. Dann wachsen auch die Eisenverluste zu einem Vielfachen derjenigen bei vollem Feld an. Ferner zeigt er, daß am Kommutator Spannungen auftreten, welche bedeutend höher sein können als die Klemmenspannung. Bei einem Verhältnis der Höchstwerte des Ankerquerfeldes und des Hauptpolfeldes von 4 beträgt die maximale Segmentspannung das 7½fache der mittleren Segmentspannung, die höchste am Kommutator meßbare Spannung das 3½fache der Klemmenspannung. Bei einer Drehzahlsteigerung 1:6 können die Eisenverluste bei höchster Drehzahl und Vollast das 9fache derjenigen bei niedrigster Drehzahl und Leerlauf betragen. Dabei kann der Wirkungsgrad von 90% auf 80% heruntergehen. Dabei ist noch nicht in Rechnung gezogen, daß das Ankerquerfeld Flußschwankungen von der doppelten Frequenz zur Folge hat. Als Mittel zur Verkleinerung dieser Nachteile empfiehlt auch Niethammer die Verwendung einer großen Lamellenzahl und eines großen Luftspaltes. Vollständig beseitigt werden die Nachteile durch Kompensationswicklung, die z. B. von der General Electric Co. bei einer Typenreihe für Leistungen von 2 bis 100 kW verwendet wird (vgl. JB 1918, S 29, Liston). — Oelschläger[2]) macht in einer Entgegnung aufmerksam, daß die Erscheinungen von ihm schon 1907 in der ETZ geschildert worden sind. Er hält Motoren mit Regulierung über 1:3 für unwirtschaftlich und meint, daß innerhalb dieser Grenzen die Wirkungsgradverluste nicht so groß sind, daß sich daraus die Anwendung von Kompensationswicklung rechtfertigen ließe, namentlich wenn man in Betracht zieht, daß auch die Kompensationswicklung ihre besonderen Verluste hat.

Ellis und Clair[3]) behandeln theoretisch und experimentell die plötzlichen Spannungsänderungen, die bei verschiedenartig gewählten Belastungsänderungen von Gleichstromgeneratoren auftreten.

Bei Gleichstrommotoren, die an stark veränderlicher Spannung liegen und die nur wenig veränderliche Drehzahl haben sollen, muß die resultierende Erregung wegen der gekrümmten Magnetisierungscharakteristik und wegen des

Spannungsabfalles im Motor bekanntlich in größerem Maße schwanken als die zugeführte Klemmenspannung. Das wird erreicht durch Aufbringung einer gegen das Hauptfeld wirkenden Hilfserregerwicklung, die konstanten, von der Klemmenspannung unabhängigen Strom führt. Dieser kann entweder einer Stromquelle konstanter Spannung oder der veränderlichen Netzspannung über Eisendrahtwiderstände, die den Strom konstant halten, entnommen werden. Roth[4]) verfolgt die Zusammensetzung der AW dieser Motoren näher. Solche Motoren wurden vielfach in Unterseebooten verwendet, wo sich beim Laden der Batterie die Spannung zwischen 200 und 340 V ändern mußte und die Netzsammelschienen auch beim Laden zwecks Vereinfachung der Schaltung an den Batterieklemmen belassen wurden, so daß alle Hilfsmotoren an dieser veränderlichen Spannung lagen.

Über Umkehr und Verlust des remanenten Magnetismus bei Erregermaschinen schreibt Kelen[5]). Wenn die Bürsten in der Drehrichtung aus der Neutralen verschoben sind, so wirken die Anker-AW oder auch die Wendepole gegenkompoundierend. Wird die Maschine durch Kurzschließen der Nebenschlußwicklung aberregt, so verschwindet der Hauptstrom wegen der größeren Zeitkonstante der Erregerwicklung der Hauptmaschine langsamer als der Erregerstrom der Erregermaschine. Dann wirkt schließlich der Hauptstrom allein, die Spannung der Erregermaschine kann sich umkehren, der Hauptstrom verklingt allmählich und die Maschine wird spannungslos. Wenn die Gegenerregung stark genug war, kann also der remanente Magnetismus vernichtet oder auch umgekehrt worden sein. Die Erscheinung wird noch rechnungsmäßig verfolgt und der Verlauf der Einzelgrößen in Kurven aufgetragen. Die Umpolung kann dadurch vermieden werden, daß man die Wendepole so bemißt, daß die Kommutierung genau in der neutralen Stellung der Bürsten am besten ist und die Rückwirkung des Ankerstromes auf das Feld beseitigt wird. Oder man verkleinert die Zeitkonstante des Hauptstromkreises, indem man vor dem Aberregen Widerstand in denselben einschaltet. — In einer zweiten Arbeit behandelt Kelen[6]) zwei Labilitätsfälle: 1. die bekannte Erscheinung der Selbstbelastung von Nebenschlußmotoren und 2. die Umpolung eigenerregter Batteriezusatzmaschinen.

Dixon[7]) berichtet über Erfahrungen beim Parallelarbeiten ungleichartiger Gleichstrom-Kompoundmaschinen, deren Kompoundwicklungswiderstände sehr verschieden waren, so daß bei Laständerungen die Last sich nicht mehr im Verhältnis der Maschinenleistungen verteilte. Durch Abgleichen der Widerstände der Kompoundwicklungen konnte die Störung behoben werden. — Ferner bringt er eine Notiz[8]) über Formen von Wendepolschuhen.

Die Bremsung des Serienmotors wurde von Mandl[9]) behandelt. Bei der Bremsung eines einzelnen Motors gibt es einen Grenzwert des Bremswiderstandes, bei dem sich eine plötzlich einsetzende Bremswirkung einstellt, die durch eine fremderregte Nebenschlußwicklung verhindert werden kann. Die Bremsung zweier parallel geschalteter Motoren ohne Ausgleichsverbindung ist unzulässig, da sie bei kleinen Unterschieden der Leerlaufcharakteristiken einen heftigen Kurzschluß über beide Generatoren erzeugt. Bei Vorhandensein von Ausgleichleitungen kann der eine Motor als Generator den andern als Motor speisen. Shuntung ist im ersten Falle günstig, im zweiten Fall ungünstig. Für Nutzbremsung ist der Serienmotor praktisch ungeeignet. Da der Serienmotor für Bremsung erst geschaltet werden muß, glaubt Mandl, daß der Motor seine überragende Stellung im Bahnbetrieb verlieren wird, sobald die Bahnkraftwerke so groß sind, daß für sie die entlastende Seriencharakteristik keine Rolle mehr spielt.

Bei Gleichstrommaschinen mit Wendepolen ist es oft erwünscht, die Wendepolerregung zwecks genauer Einstellung der Kommutation etwas verändern zu können, ohne Parallelwiderstände verwenden zu müssen. Blonstein[10]) teilt mit, daß er mit Polschuhen an den Wendepolen, die verkürzt oder verschmälert werden können, gute Erfahrungen gemacht hat. Bei Motoren mit großem Regulierbereich durch Feldschwächung, die bei hoher Drehzahl schwache Wende-

polerregung erfordern, hat Blonstein zusätzliche Erregung der Wendepole durch den Nebenschlußstrom ausgeführt, empfiehlt das aber wegen der Komplikation nur für Regelung 1:8 oder 1:4.

Berechnung. Oehlschläger[11]) entwickelt Formeln zur Berechnung des Wendepolflusses, die für den praktischen Gebrauch geeignet sind, und zwar auf Grund bereits bestehender Kommutierungstheorien und unter Benutzung von Berechnungsmethoden anderer Autoren. — Loppé[12]) bringt Formeln zur Bestimmung des Kupfergewichts der Anker- und Polwicklungen von Gleichstrommaschinen, ausgedrückt durch Leistung, Abmessungen, spezifische Belastungen und Geschwindigkeit. — Unger[13]) bringt eine Fortsetzung seiner Arbeit über die Berechnung der Stirnstreuung von Gleichstromankern zur Ermittlung der Stromwendespannung. Er behandelt den Fall, daß die Ober- und Unterstäbe der beiden von benachbarten Bürsten kurzgeschlossenen Spulen in derselben Nut liegen. Ferner ermittelt er genauer die Streuung der Wicklungsteile, die in den Luftschlitzen der Ankerpakete liegen, sowie den Einfluß einer Sehnenwicklung auf die Stirnstreuung.

Maschinen für spezielle Zwecke. Adler[14]) setzt in einer Arbeit über die Leistung von Straßenbahnmotoren den Zusammenhang zwischen der Beanspruchung im Betriebe und ihrer Bewertung am Prüfstande auseinander. Er schlägt vor, bei der Kennzeichnung der Leistung von Bahnmotoren neben der Stundenleistung, die zur einwandfreien Kennzeichnung der tatsächlichen Leistungsfähigkeit allein nicht genügt, auch die maximale Dauerleistung anzugeben.

Mecke[15]) schildert die Entwicklung der AEG-Straßenbahnmotoren von den ersten offenen über die gekapselten zu den jetzt üblichen selbstlüftenden Ausführungen. Auch Brown Boveri & Cie.[16]) berichten über gelüftete Bahnmotoren, Priest[17]) über Verbesserungen im Entwurf der Bahnmotoren der General Electric Co.

Bergman[18]) beschreibt eine neue Bauart von Schweißdynamos der General Electric Co., bestehend aus einem normalen zweipoligen Anker und einem vierpoligen Magnetgestell besonderer Schaltung. Die Maschine hat eine dritte Bürste, mittels deren eine konstante Spannung für die Selbsterregung abgenommen werden kann. Die abfallende Spannungscharakteristik wird durch Ankerrückwirkung und Gegenkompoundwicklung erzielt. Letztere ist unterteilt und wird mittels eines Schaltapparates so geschaltet, daß die Maschine normale Schweißstromstärken von 200, 175, 150, 125, 100 und 75 A bei 20 V Lichtbogenspannung abgeben kann.

In einer Abhandlung über Lichtbogenschweißung veröffentlicht Sauer[19]) einiges über Schweißdynamos der AEG, welche Gegenkompoundwicklung, eine fremd- und eine eigenerregte Nebenschlußwicklung besitzen. Erwähnt ist ein Schweißaggregat für 6 Schweißstellen, bestehend aus einem Motor, der 6 Schweißdynamos und 1 Erregermaschine antreibt.

In der Beschreibung[20]) eines britischen Walzwerkes, welches das größte der Welt sein soll, finden sich Angaben über einen aus zwei Einzelmotoren bestehenden Walzmotor von 15000 kW Spitzenleistung bei 1600 V, dessen Drehzahl durch Feldschwächung von 40 auf 70 gesteigert werden kann. Demgegenüber sei darauf hingewiesen, daß die im Aufsatz Reichels erwähnte Höchstleistung von 10500 bzw. 18000 kW (vgl. S. 27 unter [3])) der deutschen Walzmotoren in einem einzigen Motor erzeugt wird.

Summerhayes[21]) hielt einen Vortrag über Anordnung von Erregermaschinen von Drehstromgeneratoren und über Erregersysteme. Anschließend fand eine Diskussion[22]) statt.

Die Firma L. Blériot[23]) in Paris baut für Beleuchtung von Kraftfahrzeugen eine „Bikompounddynamo" von 200 W Leistung bei 12 bis 15,5 V, deren Spannungsregelung durch eine Gegenkompoundwicklung und durch einen nach dem Tirrillprinzip gebauten Vibrator bewirkt wird.

Hiss[24]) (Crocker-Wheeler Co.) beschreibt zwei kleine Maschinen, die in Amerika in großer Zahl für drahtlose Telegraphie auf Flugzeugen gebraucht

wurden. Die eine ist eine von einem Luftflügel angetriebene Gleichstrommaschine mit zwei Kommutatoren, die gleichzeitig 70 W bei 25 V und 50 W bei 275 bis 300 V, und zwar konstant bei 4000 bis 12000 U/min, je nach Geschwindigkeit des Flugzeuges, abgeben mußte. Über die el. Regulierung ist nichts gesagt; die Konstruktion und die Herstellung war derart, daß die Anker bis zur höchsten Drehzahl vollkommen vibrationsfrei liefen, ohne daß eine besondere Auswuchtung vorgenommen werden durfte. Die Außenform war für geringsten Luftwiderstand berechnet (Granatenform). Die andere Maschine ist ein Dynamotor, der aus einer Batterie mit 24 V gespeist wurde und 450 W bei 1500 V abgeben mußte. Die Hochspannungsseite hatte nur 1 Wicklung bei etwa 50 V Segmentspannung. Bei beiden Maschinen lag die maschinell gewickelte Hochspannungswicklung geschützt unter der von Hand gewickelten Niederspannungswicklung.

Mechanische Konstruktionen. Linebaugh[25]) berichtet über die weitere Entwicklung (vgl. JB 1918) seiner Schutzgitter, der Schnellunterbrecher und der geschützten Bürstenhalter. Alle diese Apparate haben den Zweck, Kurzschlüsse unschädlich zu machen. Er bringt wieder Photographien, Oszillogramme und Diagramme über angestellte Versuche.

Weiter folgt eine Abhandlung[26]) über die Konstruktion und Montage der mechanischen Teile von Gleichstromankern.

[1]) F. Niethammer, El. Masch.-Bau S 13. — [2]) W. Oehlschläger, El. Masch.-Bau S 475. — [3]) A. L. Ellis u. B. W. St. Clair, Jl. Am. Inst. El. Eng. S 135. — [4]) H. Roth, ETZ S 525. — [5]) J. Kelen, El. Masch.-Bau S 225. — [6]) J. Kelen, El. Masch.-Bau S 369. — [7]) J. Dixon, El. World Bd 75, S 734. — [8]) J. Dixon, El. World Bd 75, S 273. — [9]) A. Mandl, El. Masch.-Bau S 417. — [10]) J. Blonstein, Rev. Gén. El. Bd 8, S 186. — [11]) W. Oehlschläger, El. Masch.-Bau S 261. — [12]) F. Loppé, Rev. Gén. El. Bd 7, S 451. — [13]) F. Unger, ETZ S 627. — [14]) L. Adler, ETZ S 461. — [15]) H. Mecke, AEG-Mitt. S 13. — [16]) Mitt. BBC S 40, 89. — [17]) E. D. Priest, Gen. El. Rev. S 335. — [18]) S. R. Bergman, Gen. El. Rev. S 442. — Helios Fachz. S 419. — [19]) J. Sauer, Mitt. AEG S 141. — [20]) Electr. (Ldn.) Bd 84, S 519. — [21]) H. R. Summerhayes, Gen. El. Rev. S 566. — [22]) El. World Bd 76, S 62. — [23]) Génie Civil Bd 77, S 273. — ETZ S 1039. — [24]) F. J. Hiss, Jl. Am. Inst. El. Eng. S 1049. — [25]) J. J. Linebaugh, Jl. Am. Inst. El. Eng. S 274. — Helios Fachz. S 417. — [26]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 515.

Wechselstromerzeuger und Synchronmotoren.

Von Dr.-Ing. F. Hillebrand.

Arbeiten allgemeinen Inhaltes. Verschiedene Sonderprobleme, die seit Jahren großem Interesse begegnen, werden auch im Berichtsjahre wieder behandelt. Biermanns[1]) ergänzt seine früheren Arbeiten über den Kurzschluß von Synchronmaschinen durch eine Untersuchung der mechanischen Wirkungen des plötzlichen Kurzschlußstromes; es zeigt sich, daß der Einfluß des Gleichstromgliedes auf die mechanischen Kraftwirkungen auch bei starker Dämpfung gegenüber dem des Wechselstromgliedes von großer Bedeutung ist. Obwohl die Untersuchung für beiderseitig eingespannte, stromdurchflossene Leiterschienen durchgeführt ist, lassen sich die Ergebnisse doch auch für die Berechnung der Kraftwirkungen auf die Wickelköpfe von Maschinen verwerten. — Reichhaltiges Versuchsmaterial und zahlreiche Oszillogramme über Kurzschlußversuche an einem 10000-kVA-Turbogenerator der Gen. El. Co. veröffentlicht E. S. Henningsen[2]); die Kurzschlüsse wurden ein- und dreiphasig bei verschiedener Spannung und verschiedenen vorgeschalteten Drosselspulen mit und ohne automatischen Spannungsregler durchgeführt. — R. Pohl[3]) entwickelt mit Rücksicht auf die große Bedeutung der zusätzlichen Cu-Verluste im Nutenkupfer von Wechselstrommaschinen in mathematisch einfacher Weise eine Berechnungsformel, die trotz der eingeführten Vernachlässigungen innerhalb ihres Anwen-

dungsbereiches mit den Fieldschen Beziehungen übereinstimmt. — G. H. Perrin[4]) beschäftigt sich mit dem Einfluß der Eisensättigung auf das Diagramm der Synchronmaschine und leitet Formeln zur Berechnung des Kippmomentes ab. — In recht einfacher und durchsichtiger Weise behandelt L. Fleischmann[5]) die Selbsterregung von Mehrphasenstrom-Kollektorgeneratoren und die Bedingungen, die erfüllt sein müssen, damit gleichzeitig selbsterregte und erzwungene Schwingungen nebeneinander bestehen können. — F. Unger[6]) beschreibt eine neue Methode zur einfachen Bestimmung der Feldkurve bei gegebener Polschuhform; er ersetzt in dem Kraftlinienbild des Luftspaltfeldes die Kraftlinien durch Kreisbogenstücke und ermittelt mit Hilfe einer Kurvenschar die wahren Längen der den Kreisbögen gleichwertigen parallelwandigen Kraftröhren und bestimmt hieraus weiter die Ordinaten der Feldkurve. Bei der Auswertung experimenteller Aufnahmen macht sich mitunter der Einfluß höherer Harmonischer in der Strom- oder Spannungskurve störend bemerkbar. — J. R. Collins[7]) gibt eine Methode zur Korrektion solcher Aufnahmen, insbesondere von V-Kurven an.

Synchronmotoren. Im Anschluß an die früheren vorbereitenden Arbeiten, die die Feldverteilung im Luftraum und in den massiven Polen und Jochen beim asynchronen Anlauf behandelten, geht L. Dreyfus[8]) nun dazu über, das asynchrone Anlaufmoment bei den verschiedenen in der Technik üblichen Bauformen des magnetischen Kreises zu berechnen. Ausgehend von der für den Anlauf leistungsfähigsten Bauart mit vollkommen lamelliertem, magnetischem Kreis, werden die Verhältnisse bei massiven Polen und Jochen und Dämpferwicklungen untersucht und schließlich die voraussichtlich günstigsten Ausführungsarten für belasteten Anlauf entwickelt. Mehr qualitativ behandeln A. Hay und F. N. Mowdawalla[9]) den asynchronen Anlauf. sie unterscheiden fünf Momente, die für die Anfahrt, die Beschleunigung und das Intrittfallen wesentlich sind: Das synchronisierende Moment, das Hysteresemoment, das Induktionsmotormoment, das Moment der Kurzschlußströme in der Feldwicklung und schließlich das Moment der Wirbelströme in den massiven Polschuhen. Eine besondere Art von asynchron anlaufenden Synchronmotoren untersucht J. T. Kostko[10]); da sich die Forderung nach einem hohen Dämpferkreiswiderstand zur Erzielung eines hohen Anzugmomentes und die Forderung nach einem geringen Dämpferkreiswiderstand zum glatten Intrittfallen gegenüberstehen, ist ein belasteter Anlauf mit ausgeprägten Polen schwer zu beherrschen. Die Schwierigkeit läßt sich bei Verwendung nicht ausgeprägter Pole und einer Mehrphasenwicklung auf dem Sekundärteil, die nach erreichtem Synchronismus mit Gleichstrom erregt wird, umgehen. Die geringe Überlastungsfähigkeit solcher Motoren läßt sich teilweise beheben, wenn die Erregung mit der Belastung automatisch geändert wird, wie das bei der beschriebenen, selbsterregenden Maschine der Fall ist. — Zu erwähnen ist hier auch der Kaskadenmotor von L. J. Hunt[11]). Wie bei der bekannten Induktionsmotorkaskade bei Speisung der Ständerwicklung des 2. Motors mit Gleichstrom das Aggregat den Charakter einer Synchronmaschine erhält, so läßt sich auch beim Huntschen Kaskadenmotor bei Einführung einer Gleichspannung in den Ständerkreis der Induktionsmotor als Synchronmotor betreiben.

Asynchrongeneratoren. Im Anschluß an die im vorigen Berichtsjahr genannte Arbeit von Spitzer[12]) über Asynchrongeneratoren entspinnt sich eine kurze Diskussion, die aber keine wesentlich neuen Gesichtspunkte bietet.

Turbogeneratoren. Die rapide Entwicklung der Turbogeneratoren in den letzten 10 Jahren regte eine lebhafte Erörterung der Frage nach der weiteren Steigerungsfähigkeit der Einheiten und nach der Möglichkeit weiterer Verbesserungen im Bau von Großgeneratoren an[13]). Besonders die Vorträge von Shepherd[14]) über die Ursachen von Defekten an Turbogeneratoren und die Mittel zu ihrer Verhütung führten zu einer eingehenden Diskussion der schwebenden Fragen. Er unterscheidet 4 Arten von Mängeln: Mechanische Schwächen, el. Schwächen, Übererwärmung und Feuersgefahr und Ventilationsschwierigkeiten,

auf die die Defekte zurückzuführen seien. Die Wirksamkeit der von ihm angegebenen Gegenmittel: Einbettung der Rotorwickelköpfe auf ihre ganze Länge in Nuten und Verwendung von Wasserkühlung im größten Umfang — stößt zum Teil auf großen Widerspruch[15]); insbesondere weckt die Art der vorgeschlagenen Wasserkühlung der Statorwickelköpfe starke Bedenken. Als Grenzen der Einheiten werden im allgemeinen[16]) mit Rücksicht auf die mechanischen Beanspruchungen 30 bis höchstens 50000 kVA angegeben, darüber hinaus wird eine Teilung der Turbinensätze in eine Hochdruck- und Niederdruckturbine und damit auch eine Teilung des elektrischen Teiles empfohlen.

Ausgeführte Maschinen. Beschreibungen besonders bemerkenswerter Ausführungen finden sich im Berichtsjahr nur wenig. Zu erwähnen ist ein bei der Gen. El. Co. im Bau befindlicher Generator für 30000 kVA[17]) bei 600 U/min, 6,6 kV, 50 Per./s mit einem Totalgewicht von 160 t und zwei Generatoren zu 12500 kVA für 500 U/min, 50 Per/s bei einer Betriebsspannung von 22 kV und einer Prüfspannung von 50 kV. Drei von der gleichen Firma gebaute Wasserturbinengeneratoren von je 7000 kVA[18]) bei 14 kV, 25 Per/s und 750 U/min erforderten wegen ihrer für Maschinen mit ausgeprägten Polen ungewöhnlich hohen Umfangsgeschwindigkeit einen besonders sorgfältig durchkonstruierten Induktorkörper. Recht ausführliche Konstruktionsangaben finden sich in der Beschreibung[19]) eines langsam laufenden Generators für 1750 kVA der Gen. El. Co. London, der mit Rücksicht auf das geringe zulässige Transportgewicht von 5 t mehrteilig ausgeführt werden mußte. Zur Unterdrückung der Nutenharmonischen in der Spannungskurve wurden einige Nuten mehr am Umfang des Ständerblechpaketes ausgestanzt, als der doppelten Spulenzahl entspricht. Die Belastungsprüfung wurde mit Erfolg in Dreieckschaltung künstlich durchgeführt.

[1]) J. Biermanns, Arch. El. Bd 9, S 326. — [2]) E. S. Henningsen, El. Masch. Bau S 399. — [3]) R. Pohl, ETZ S 908. — [4]) G. H. Perrin, Rev. Gén. El. Bd 8, S 67. — [5]) L. Fleischmann, Arch. El. Bd 8, S 447. — [6]) F. Unger, ETZ S 306, — [7]) J. R. Collins, El. World Bd 75, S 894. — [8]) L. Dreyfus, Arch. El. Bd 9, S 35. — [9]) A. Hay u. F. N. Mowdawalla, J. Am. Inst. El. Eng. Jan. 1920. — Rev. Gén. El. Bd 8, S 117. — [10]) J. T. Kostko, El. World Bd 75, S 723. — [11]) L. J. Hunt, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 420. — [12]) O. Spitzer, El. Masch.-Bau S 127. — [13]) F. D. Newbury, El. World Bd 75, S 132. — [14]) J. Shepherd, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 61, 87, 292; Bd 85, S 6. — El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 91, 124. — Disk. Electr. (Ldn.) Bd 84, S 120. — El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 156, 201, 634. — [15]) R. Pohl, ETZ S 554. — [16]) F. D. Newbury, Rev. Gén. El. Bd 7, S 198. — El. World Bd 74, S 1056. — L. Bell, El. World Bd 75, S 129. — [17]) Helios Fachz. S 417, nach Gen. El. Rev. Nr 1. — [18]) A. E. Glaß, ETZ S 961. — [19]) Engineering Bd 110, S 440.

Induktionsmotoren.

Von Friedrich Kade.

Theoretische Arbeiten. Ein Überblick über die Arbeiten theoretischen Inhaltes bringt die Tatsache zum Bewußtsein, daß es sich hier um ein seit Jahren intensiv bearbeitetes Gebiet handelt; denn die Autoren wenden sich weniger den Grundlagen, dagegen in immer steigendem Maße Einzelnfragen zu. — J. Patin[1]) stellt sich z. B. die Aufgabe, daß ein für eine gewisse Frequenz gebauter Motor an ein Netz anderer Frequenz angeschlossen werden soll, und bestimmt für eine gegebene Spannung dieses zweiten Netzes Feld, Ströme, Leistung und Schlupf des Motors. — F. Margand[2]) und V. Genkin[3]) besprechen das Kreisdiagramm unter Berücksichtigung des primären Widerstandes, bzw. der primären Impedanz. — R. Moser[4]) berechnet unter Hinweis auf die im vorigen Jahre an dieser Stelle erwähnte Arbeit Rüdenbergs (JB

19, S 38) den Ankerwiderstand eines Zentrifugenmotors, der einen bestimmten Arbeitszyklus zu durchlaufen hat, wobei er sich die Bedingung stellt, daß der Gesamtverlust des Motors ein Minimum werden soll. — Kozisek[5]) wendet sich einem neueren Gebiete zu. Er schildert den Einfluß, den die Sättigung in rotierenden Kommutator-Phasenschiebern auf den Leistungsfaktor des vorgeschalteten Induktionsmotors hat, und führt die Mittel an, mit deren Hilfe die Zone kräftiger Phasenkompensierung verbreitert werden kann. Besonders beachtenswert sind die Bemerkungen über die Wirkung des Phasenschiebers auf den Schlupf des Motors, vor allem für solche Antriebe, die mit Schwungmassen arbeiten. Für genauere Rechnungen muß wohl allerdings auch der primäre ohmische und induktive, sowie der sekundäre induktive Spannungsabfall berücksichtigt werden, die Kozisek vernachlässigt bzw. gemeinsam mit dem Erregerverbrauch des Motors betrachtet hatte, um zu einfachen und übersichtlichen Diagrammen zu gelangen. In einer weiteren Arbeit beschäftigt sich derselbe Verfasser[6]) mit der Kaskadenschaltung; er gibt eine einfache graphische Methode zur Bestimmung der Drehzahlen sowie anderer wichtiger Größen und Eigenschaften der Kaskadenaggregate, besonders auch solcher, die als Hintermotor einen Drehstrom-Kommutatormotor besitzen. — Mit dem aus zwei Induktionsmotoren bestehenden Kaskadensatz befaßt sich Kafka[7]). In einem längeren Aufsatz ermittelt er auf analytischem und graphischem Wege das Verhalten eines Kaskadenaggregates und gibt die Konstruktion eines Kreisdiagrammes für einen solchen Maschinensatz an. — Hunt[8]) hat in einem Vortrage den jetzigen Stand des von ihm entwickelten Kaskadenmotors geschildert, der bekanntlich durch Vereinigung der zwei Motoren eines normalen Kaskadenaggregates in einer Maschine entstanden ist. — J. Slepian[9]) studiert das Verhalten eines Drehstrommotors an einem unsymmetrischen Netze (Netz mit drei ungleich großen verketteten Spannungen). Er wendet die — schon früher von P. Müller[10]) angegebene — Methode der Zerlegung in zwei gegenläufige Drehfelder an, und bestimmt den schädlichen Einfluß des Gegenfeldes auf Stromverbrauch, Erwärmung, Kippmoment und Anzugsmoment. Er führt einen »Unbalance-Factor« (Verhältnis gegenläufiges zu mitläufigem Felde) ein, und weist nach, daß es der Erwärmung halber besser ist, den Motor einphasig laufen zu lassen, als ihn von einem Drehstromnetze aus zu betreiben, dessen Unbalance-Factor mehr als etwa 70% der prozentualen Streuspannung des Motors beträgt. Diese Ausführungen sind von hoher Bedeutung für Verbraucher, die sehr ungleiche Spannungen zugeführt erhalten; denn man erkennt daraus, daß sogar wenig belastete Motoren unter solchen ungünstigen Umständen schon gefährdet sein können.

Konstruktive Einzelheiten. Angaben hierüber finden sich in einem Aufsatze von Fraser Jeffrey[11]), der die Ventilationsverhältnisse in amerikanischen Schnellläufern höherer Leistung, sowie im besonderen die bei der Allis-Chalmer Co. übliche Bauart dieser Motoren eingehend bespricht und Versuchsergebnisse an Ventilationskanälen (Beziehung zwischen Luftmenge und Druckverlust) bringt. — A. a. O.[12]) wird eine neue Käfigankerbauart beschrieben, die von einer englischen Firma herrührt und als sehr unempfindlich gegen Stromüberlastung dargestellt wird. Ein grundsätzlicher Vorteil der Bauart gegenüber der üblichen ist — gleiche Sorgfalt der Herstellung vorausgesetzt — nicht erkennbar. — Th. Franssen[13]) schildert eine neue Kurzschlußvorrichtung, bei der die Verbindung der Phasen unter der Wirkung der Zentrifugalkraft durch Quecksilber bewirkt wird. Versuchsergebnisse sollen befriedigend sein. Betriebserfahrungen, die für das endgültige Urteil letzten Endes maßgebend sein müssen, scheinen noch nicht vorzuliegen. — A. C. Roe[14]) gibt Tafeln für die Umschaltung von Induktionsmotoren, die für solche Netze von Wert sein mögen, in denen amerikanisches Fabrikat in Betrieb ist.

Anwendungsgebiete. Wintermeyer[15]) bringt einen Aufsatz über die Bedeutung des Drehstrommotors mit Kurzschlußanker, erwähnt im besonderen die Abteufmotoren, widmet sodann den von der Firma Örlikon gebauten

polumschaltbaren Motoren längere Ausführungen und streift zuletzt das Gebiet des elektrischen Schiffsantriebes. An anderer Stelle spricht derselbe Verfasser[16]) allgemein über die neuzeitliche Entwicklung des Drehstrommotors, schildert seine Anwendung auf den Lokomotiven der italienischen Staatsbahn und berührt das Gebiet der Fördermotoren sowie der Regelsätze (Krämer-, Scherbius-Schaltung) für Walzenstraßen. — Ein asynchroner, polumschaltbarer Lokomotivmotor der Firma Örlikon wird in der ETZ[17]) erwähnt. — H. Müller[18]) gibt einen Überblick über die Kleinmotorenfabrik der AEG und über die Verwendungszwecke der hier hergestellten Motoren. — Die Schilderung eines englischen Walzwerksmotors für 2200 kW[19]) bietet nichts wesentlich Neues gegenüber den in Europa und Amerika seit längerer Zeit in Betrieb befindlichen Motoren gleicher Größe. — Zederbohm[20]) berichtet zusammenfassend über Arbeiten anderer Autoren, die die Verwendbarkeit des Asynchrongenerators in kleinen Aushilfszentralen zum Thema haben. Er wägt Vor- und Nachteile der beiden Maschinensorten (Synchron- und Asynchrongenerator) gegeneinander ab, und gibt die Gesichtspunkte, die für die Wahl zwischen den zwei Systemen entscheidend sein sollten. Zum Schluß werden in Amerika und Europa ausgeführte Anlagen erwähnt. Der Frage des asynchronen Generators wird aller Voraussicht nach auch in den kommenden Jahren noch viel Interesse geschenkt werden.

[1]) J. Patin, Rev. Gén. El. Bd 7, S 778. — [2]) F. Margand, Rev. Gén. El. Bd 8, S 11. — [3]) V. Genkin, Rev. Gén. El. Bd 8, S 579. — [4]) R. Moser, El. Masch.-Bau S 117. — [5]) J. Kozisek, ETZ S 52. — [6]) J. Kozisek, ETZ S 445. — [7]) H. Kafka, Arch. El. Bd 8, S 382. — [8]) ETZ S 816. — Electr. (Ldn.) Bd 84, S 420. — [9]) J. Slepian, El. World Bd 75, S 313. — [10]) P. Müller, ETZ 1918, S 343, 353. — [11]) Fraser Jeffrey, El. World Bd 74, S 988. — [12]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 638. — [13]) Th. Franssen, El. Anz. S 764. — [14]) A. C. Roe, El. World Bd 76, S 170, 683. — [15]) Wintermeyer, Helios Fachz. S 185. — [16]) Wintermeyer, El. Anz. S 87, 91. — [17]) ETZ S 138. — Mittlg. d. Masch.-Fabrik Örlikon Nr 100. — [18]) H. Müller, AEG-Mitt. S 85. — [19]) ETZ S 60. — Electr. (Ldn.) Bd 82, S 696. — [20]) W. Zederbohm, ETZ S 672.

Wechselstrom-Kommutatormaschinen.

Von Oberingenieur M. Schenkel.

Bemessung und Ausführung von Kommutator-Maschinen. Unger[1]) bespricht die Abmessungen einphasiger Bahnmotoren und Rüdenberg[2]) die von Drehstrom-Kollektormotoren. Besonders die letzte Arbeit zeigt, daß die Bemessung derartiger Maschinen fast zwangläufig ist, sobald man einige wichtige Größen, z. B. die Höhe der Kurzschlußspannung, festgelegt hat, deren Wahl letzten Endes auf Materialeigenschaften (Bürsten) oder auf physikalische Größen (Wärmeabgabefähigkeit) führt, über die man nicht mehr frei verfügen kann. — Wirklich ausgeführte Maschinen, und zwar mittelgroße Einphasenwechselstrommotoren der SSW, Repulsions- und Reihenschlußmotoren, beschreibt Schenkel[3]). Seine Arbeit bringt außer vielen Bildern solcher Maschinen auch sehr viele Kurven über ihr Verhalten in Anfahrt und Lauf unter den verschiedensten Verhältnissen und ist dadurch für den entwerfenden Ingenieur sehr wertvoll, um so mehr, als alle Kurven in Verhältniszahlen (Prozenten) dargestellt sind und damit allgemeineren Wert haben.

Theorie. Lamme[4]) behandelt den Wechselstrommotor und BBC[5]) den Dreiphasenreihenschlußmotor. Über diese Arbeiten ist wesentlich Neues nicht zu sagen. Sie finden ihr Entstehen wohl darin begründet, daß die Theorie dieser Maschinen schwierig ist und daher zur Darstellung von immer neuen Seiten aus anreizt. — Fleischmann[6]) untersucht die Selbsterregung von Mehrphasengeneratoren an der Hand des zweiphasigen Generators und zeigt, daß

die erzielte Frequenz und die Drehzahl, bei der sie auftritt, durch Beziehungen gefunden werden können, in denen nur die Konstanten der Stromkreise vorkommen. Diese Frage nach der Selbsterregung steht in engem Zusammenhang mit der der Bremsung und Energierückgewinnung, die auch im Berichtsjahre wieder viel Interesse findet. — Schenkel[7]) gibt eine Übersicht über die Verfahren zur Stromrückgewinnung bei Wechselstrombahnen, in der Schaltungen und Wirkungsweisen an Hand von Schaulinien erörtert werden, die man mit dem Einphasenreihenschlußmotor durch verschiedenartiges Speisen seiner Erregerwicklung erhalten kann. Eine dieser Schaltungen, die für das Bremsen von Fahrzeugen zuerst von der Maschinenfabrik Oerlikon verwendet wurde und bei der die Erregung des Reihenschlußmotors im Nebenschluß aus dem Haupttransformator der Lokomotive gespeist wird (s. JB 1918, S 38) behandelt eingehend Benischke[8]). Hierzu äußert sich Lissner[9]).

Die **Anwendungen** der Kommutatormaschinen als Hilfsmaschinen nehmen einen immer breiteren Raum in den Veröffentlichungen ein. Kozisek[10]) erläutert, wie der Phasenschieber mit Sättigung das Bereich, in dem er seinem Hauptdrehstrommotor den Leistungsfaktor eins verleiht, erweitert, wobei sich aber zugleich die Schlüpfung weniger ändert. Kozisek[11]) gibt an anderer Stelle ein Verfahren zur Prüfung von Phasenschiebern an, die in der Regel wegen der niedrigen Frequenz dieser Maschinen auf Schwierigkeiten stößt. Er verwendet dazu einen Frequenzwandler. Ein Phasenschieber anderer Art als der für Drehstrom bekannte wird von Kozisek[12]) zur Verbesserung des Leistungsfaktors von Wechselstrombahnen beschrieben. Diese Maschine erinnert an den von früher her bekannten „Winter-Eichberg-Motor". Der Strom, dessen Phase verbessert werden soll, geht durch das eine Bürstenpaar eines Kommutatorankers. Das andere um 90 el. Grade gegen das erste versetzte Bürstenpaar wird über eine Ständerwicklung geschlossen. In bekannter Weise entsteht dann am ersten Bürstenpaar eine dem Strom um 90 Grad voreilende EMK. — Auch Regelsätze finden zahlreiche Behandlung. Scherer[13]) erörtert Theorie und Wirkungsweise des Drehstromregelsatzes von Krämer, der aus einem Drehstrommotor besteht, in dessen Anker ein Drehstromreihenschlußmotor eingeschaltet wird. Er beschreibt eine ausgeführte Anlage. Kozisek[14]) beschäftigt sich mit Regelsätzen, bei denen die Kommutator-Hintermaschine von ihrem Kommutator aus auf eine Ständerwicklung arbeitet, während zugleich entweder der Ständer oder der Anker über Schleifringe von dem Drehstrommotor aus gespeist werden. Zugleich sind beide Maschinen mechanisch starr gekuppelt. Der Verfasser entwickelt eine graphische Methode, die mit wenigen Strichen über die wichtigsten Größen und Eigenschaften solcher Kaskaden Auskunft gibt. — Hulls[15]) und Gratzmüllers[16]) Arbeiten über Regelsätze zeigen, daß auch in Amerika und Frankreich die Elektrotechnik sich mehr als bisher mit diesen in Deutschland schon lange behandelten Aufgaben abgibt. — Praktische Anwendungen der Mehrphasen-Kommutatormaschinen bringen die Arbeiten von Hacault[17]) über Fördermaschinen und von Swale[18]) über Walzwerksmotoren mit veränderlicher Geschwindigkeit.

[1]) Unger, ETZ S 3. — [2]) Rüdenberg, ETZ S 265, 289. — [3]) Schenkel, ETZ S 26. — [4]) Lamme, Jl. Am. Inst. El. Eng., S 249. — [5]) Mitt. BBC Bd 7, S 182. — [6]) Fleischmann, Arch. El. Bd 8, S 447. — [7]) Schenkel, ETZ S 541. — [8]) Benischke, El. Masch.-Bau S 69. — [9]) Lissner, El. Masch.-Bau S 248. — [10]) Kozisek, ETZ S 52. — [11]) Kozisek, Helios Fachz. S 57. — [12]) Kozisek, ETZ S 327. — [13]) Scherer, El. Masch.-Bau S 129. — [14]) Kozisek, ETZ S 445. — [15]) Hull, Jl. Am. Inst. El. Eng. S 458. — [16]) Gratzmüller, Rev. Gén. El. Bd 6, S 659. — [17]) Hacault, Rev. Gén. El. Bd 6, S 623. — [18]) Swale, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 522.

Mechanische und ruhende Gleichrichter, Elektromagnete, Transformatoren.

Von Privatdozent Dr. Max Breslauer.

Es wird in Zukunft erforderlich sein, die mechanischen Gleichrichter wiederum in zwei Gruppen zu unterteilen, von denen die eine Gruppe die bekannten umlaufenden Ausführungen umfaßt und als Drehumformer kurz bezeichnet werden kann, während die andere Gruppe durch hin- und hergehende Teile gekennzeichnet ist, wie der Kappsche Vibrator oder alle Apparate mit schwingenden Zungen. Diese sind am besten als schwingende Gleichrichter zu bezeichnen. Es scheint, daß für beide Gruppen der mechanischen Gleichrichter sich besondere Anwendungsgebiete herausbilden werden, und daß auch hier, wie überall in der Technik, die günstige Ausnutzung eines Gerätes von Fall zu Fall entschieden werden muß. Den mechanischen Gleichrichtern mit beweglichen Teilen stehen die ruhenden Gleichrichter gegenüber. Hier spielen die Hauptrolle die Elektronengleichrichter, deren wichtigster Vertreter derzeit der Quecksilber-Dampfgleichrichter ist, dann die Vakuumgleichrichter, d. h. die eigentlichen Elektronenröhren sowie die mit Edelgasen gefüllten Röhren und endlich die elektrolytischen Ventilzellen.

Mechanische Gleichrichter.

Drehumformer. Eine hervorragende Leistung auf dem Gebiet der Einankerumformer wird durch den derzeit größten Umformer dieser Art dargestellt, nämlich den für das Peiner Walzwerk mit einer Leistung von 5000 kW beschriebenen und abgebildeten[1]). Dieser Einankerumformer mit 28 Polen, $n = 215$, 50 Perioden, 520 V und nicht weniger als 9600 A ist ein gewaltiger Sprung gegenüber der bisherigen Höchstleistungen von nur 1500 kW. Die Maschine hat Wendepole, Hilfs-, Verbund- und Dämpfer-Wicklungen und wird durch einen Anwurfmotor von nicht weniger als 185 kW angelassen, wobei dieser nach erfolgter Parallelschaltung abgekuppelt wird. Der Gesamtwirkungsgrad einschließlich Transformator und allem Zubehör beträgt 94%, gegenüber nur 81% der früher dort aufgestellten Motorgeneratoren. Die SSW haben mit dieser Maschine eine technische Leistung ersten Ranges vollbracht. Von den Hauptabmessungen der Maschine sei hervorgehoben, daß der Außendurchmesser 4,8 m und die Länge zwischen den Lagern 5,4 m beträgt.

In einer Ausstellung der Physikalischen Gesellschaft in London[2]) wurde eine Motorgeneratorgruppe zur Erzeugung von Spannungen bis zu 5000 V Gleichstrom für 15 mA vorgeführt, bestehend aus 3 kleinen Magnetmaschinchen, die in Reihe geschaltet sind und von einem Motor angetrieben werden. Der erzeugte Wellenstrom zeigt nur wenig Schwankungen. Der Strom soll angeblich für Röntgenstrahlen verwendbar sein. Wenn dies der Fall ist, so dürften die Literaturstellen einen Druckfehler enthalten, der in der Fortlassung einer Null besteht.

Schwingende Gleichrichter. Über das Gesamtgebiet der mechanischen Gleichrichter verbreitet sich Soulier[3]) in einer länglichen Beschreibung bekannter Anordnungen von umlaufenden Stromwendern, deren Bedeutung geschwunden ist und von schwingenden Zungen, die derzeit wieder in Aufnahme zu kommen scheinen. Wie bei französischen Aufsätzen nicht anders zu erwarten, findet man auch hier nur Arbeiten französischer Techniker erwähnt, während die bedeutungsvollen Arbeiten anderer Völker auf diesem Gebiet nicht genannt werden.

Bei Batterieladung soll der schwingende Gleichrichter einen Wirkungsgrad von 70% haben, wobei jedoch nur eine Hälfte der Wechselstromwelle ausgenutzt wird. Diese einseitige Ausnutzung soll eine günstige chemische Wirkung insofern ausüben, als die mikroskopischen Wasserstoffbläschen während der Unterbrechungsdauer an den Sammlerplatten haften bleiben und durch chemische

Wirkung ein tieferes Eindringen der Ladung herbeiführen. Bei doppelseitiger Ausnutzung der Wechselstromwelle wird der Wirkungsgrad wegen Fortfalles dieser chemischen Eigentümlichkeit geringer. Hier scheint zum ersten Male eine Erklärung für die häufig erwähnte günstige Wirkung unterbrochenen Gleichstroms bei Elektrolysen vorzuliegen, die besondere Beachtung verdient.

Auch G. Schultze[4]) behandelt in einer Übersicht die Gleichrichter mit schwingender Zunge, insbesondere die Gleichrichter von Falkenthal der Deutschen Telephonwerke, von der Firma Koch & Sterzel und vom Hydrawerk, wobei das zuletzt genannte System den Vorzug für sich in Anspruch nehmen kann, daß keine reibenden Teile vorhanden sind, weil die schwingende Zunge fest eingespannt ist. — Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß dies eine Lösung für kleinere Spannungen bei mäßigen Stromstärken dauernd bleiben wird und insbesondere eine Rolle zur Speisung von Magneten zu spielen berufen ist.

Ruhende Gleichrichter.

Quecksilbergleichrichter. Der Quecksilbergleichrichter hat sich nunmehr aus dem Versuchszustand endgültig auf die Höhe einer technisch vollkommenen Einrichtung emporgearbeitet, mit welcher auch schon eine bedeutende Industrie verknüpft ist. Die Grundbedingungen sind von Beginn an ungeändert geblieben. Besonders gefördert wurde jedoch die theoretische Erkenntnis und damit die Zuverlässigkeit der Anwendungsweise. Eine Aufgabe, die betriebsmäßig wichtig ist, jedoch noch der Lösung harrt, ist die Frage der Spannungsteilung. Bisher ist es notwendig, bei Umformung von Drehstrom in Gleichstrom für kleinere Zentralen im Anschluß an Überlandwerke die für Lichtbetrieb notwendige Spannungsteilung immer noch durch umlaufende Ausgleichsmaschinen zu bewirken. Damit fällt ein großer Vorzug des Quecksilbergleichrichters fort, welcher darin besteht, daß umlaufende Teile vermieden werden. Erst die wirtschaftlich und technisch vollkommene Spannungsteilung mit Hilfe des Quecksilbergleichrichters selbst wäre berufen, die Stellung des Quecksilbergleichrichters unangreifbar zu machen. Eine zusammenfassende Arbeit bringt Kleeberg[5a]), aus welcher eine gute Übersicht über die theoretischen Grundlagen gewonnen werden kann. Auch die abgebildeten theoretischen sowohl wie oszillographisch aufgenommenen Kurven werden für den baulichen Fortschritt des Quecksilbergleichrichters willkommen geheißen werden. Für denjenigen, der nach betriebsmäßigen Erfahrungen sucht, bringt die Arbeit allerdings weniger Wertvolles außer der Betonung des entscheidenden Einflusses der Kühlung, und hierbei hat sich erwiesen, daß als Kühlmittel die durch Ventilatoren bewegte Luft sich am vorteilhaftesten erweist.

Die verwickelten Verhältnisse im Lichtbogen, die auch in dieser Arbeit besonders hervorgehoben werden, werden von Nielsen[5b]) in einem Briefe, in welchem die Bestimmung und Bemessung des Leistungsfaktors im Lichtbogen des Gleichrichters behandelt wird, besonders unterstrichen.

Eine brauchbare Zusammenstellung der heutigen Verhältnisse an Glasgleichrichtern gibt Schwenkenbecher[6]). Die Zusammenstellung ist ziemlich eingehend und umfaßt auch die Angabe der wichtigsten Patentschriften. Die Erklärung der Wirkungsweise ist allerdings etwas unklar, hingegen findet man die Beschreibung der Ausführungsformen um so ausführlicher.

Durch Einbau besonderer Hilfselektroden ist es der AEG[7]) gelungen, die Schwierigkeit zu beseitigen, daß der Lichtbogen des Quecksilbergleichrichters bei einer untersten Stromstärke erlischt. Diese Elektroden stellen einen Gleichrichter in verkleinertem Maßstabe dar, der gleichzeitig mit dem Hauptgleichrichter angelassen wird und im Kurzschluß auf Drosselspulen arbeitet. Der allerdings dauernde Arbeitsverbrauch beträgt nur 100 W, bietet jedoch den Vorteil dauernder Betriebsbereitschaft.

Aus einer Arbeit von Giroz[8]) geht hervor, daß der Quecksilbergleichrichter in der französischen Praxis noch bei weitem nicht die Verbreitung, An-

erkennung und Durchbildung erreicht zu haben scheint, wie dies in Deutschland längst der Fall ist. Es wird darin die Herstellung von Gleichrichtern von 200—1000 A als etwas gänzlich Neues beschrieben, die Theorie entwickelt, und die bei uns bekannten, längst in allen Preislisten stehenden Angaben über Baustoffe, Schaltungen und Fehlerquellen gemacht. Für den deutschen Fachmann bringt die Arbeit weder etwas Neues, noch auch eine neue Form der Darstellung. Nur zwei Hinweise am Schluß verdienen Beachtung, nämlich auf die Möglichkeit der drahtlosen Energieübertragung, weil solche Gleichrichter auch auf Hochfrequenz anwendbar sind, und auf der Möglichkeit, mit Hilfe solcher ionisierter Gase den inneren Widerstand von Influenzmaschinen zu verringern.

Elektronenröhren. In Amerika hat man der Glühkathodenröhre für größere Leistungen den Namen Kenotron gegeben. An diese Form, die von der bei uns üblichen in keiner wesentlichen Beziehung abweicht, außer daß die Röhre für höhere Spannungen bis zu 100—200 kV gebaut wird, knüpfen sich Hoffnungen zur Fernleitung hochgespannten Gleichstromes, ähnlich den Ausführungen von Dobrowolsky. — In einer bemerkenswerten Arbeit teilt Johannès[9]) neuere Erfahrungen über Bau und Verwendungsart solcher Röhren mit und gibt Schaltungen zur Ausnutzung beider Halbwellen unter Benutzung von Kondensatoren, deren Kapazität berechnet wird. Hiernach sei es möglich, Gleichstrom von 100 kV bei 50 mA ohne merkbare Stromschwankungen zu erzeugen und für Röntgenstrahlen zu verwenden.

Eine brauchbare Beschreibung der Elektronenröhre mit Wehnelt- und Wolframkathode findet man in einer Arbeit von Germershausen[10]). Allerdings zeigt die Arbeit die Neigung vieles vorauszusetzen, worüber sie ihrer Anlage nach gerade Belehrung geben sollte. Im Zusammenhange mit guten Photos gewinnt man jedoch ein ziemlich anschauliches Bild über Aussehen und Herstellung solcher Gleichrichter auf dem Elektronengrundsatz mit Glühkathode, deren Herstellung demnach schon in den Zustand der »Fabriksmäßigkeit« übergegangen zu sein scheint. — Die Arbeit läßt das Verwendungsgebiet dieser Gleichrichter, insbesondere Strom- und Spannungsbereich leider im Dunkeln.

Die Elektronenröhre als Gleichrichter soll nun auch nach Scott-Taggart[11]) im Privathaushalt gewissermaßen volkstümlich werden. Sie wird in Form einer gewöhnlichen Glühlampe ausgebildet, während eine Nickelplatte als Anode dient. Die Wolframkathode wird hufeisenartig angeordnet und die Zuleitung zur Kathode dient neben der Zuleitung zur Nickelplatte zur Abnahme des Gleichstromes, der etwa 100 mA betragen darf. Eine Lösung für Klingelanlagen.

Über einen neuen Gleichrichter, ähnlich dem Quecksilberrichter, berichtet Skaupy[12]). Er unterscheidet sich von diesem dadurch, daß er mit einem Edelgas, gewöhnlich Argon, gefüllt ist und anstatt des Quecksilbers als Kathode leichtverdampfbare Metalle wie Alkalimetalle und Thallium und deren Legierungen untereinander und mit Schwermetallen wie Quecksilber, Kadmium und Blei enthält. Der neue Gleichrichter hat gegenüber dem Quecksilbergleichrichter, welcher für Ströme unter 3 A nicht mehr verwendet werden kann, den Vorzug, daß er gerade für kleine Stromstärken bis hinunter auf 0,3 A gut verwendbar ist. Die Ausführungsform des sehr handlichen Gefäßes, welches von der Auer-Gesellschaft entwickelt worden ist, wird in Lichtbildern und Zeichnungen vorgeführt. Als Wirkungsgrad wird bei einer Leistung von 30—100 W 65% angegeben, ein Wert, der auch in der nachfolgenden Aussprache als günstig anerkannt wurde.

Elektrolytische Ventile. Bezüglich des Aluminiumgleichrichters machen Williams und Cork[13]) darauf aufmerksam, daß bisher wohl die allgemeinen Grundsätze für den Bau von Aluminiumgleichrichtern veröffentlicht wurden, jedoch noch sehr wenig über die entstehenden Kurvenformen. Solche Kurven werden oszillographisch dargestellt, und es zeigt sich, daß durch Einschaltung von passenden Drosselspulen die Stromschwankungen bis auf wenige Prozent gedämpft werden können, während die Spannungskurve noch den völlig wellen-

förmigen Charakter trägt. Leider wird auch in dieser Arbeit nichts über die sehr wichtige Frage des Wirkungsgrades gesagt, so daß noch kein Schluß gezogen werden kann, in welcher Weise dieser Gleichrichter praktisch verwertet werden kann. Vermutlich wird auch hier ein bestimmter Spannungsbereich sich finden lassen, innerhalb dessen diese Zellen ihr Anwendungsgebiet finden. Außer der bekannten Nodon-Schaltung wird noch eine Schaltung von Schultz angeführt, welche mit Hilfe von passend geschalteten Kondensatoren von der Größenordnung 2,8 μF mehr als das Doppelte des Effektivwertes des Wechselstromes erzeugen können. Hier scheint ein Fingerzeig gegeben zu sein, hochgespannte Gleichströme in bequemer Weise zu gewinnen.

In diesem Zusammenhange scheint die Arbeit von Greinacher[14]) eine äußerst bemerkenswerte Entdeckung zu enthalten. Diese besteht in einer Verallgemeinerung dieser Schaltung elektrolytischer Gleichrichter (Aluminiumzellen) mit Kondensatoren. Greinacher hat diese Schaltung ausgebaut und dabei gefunden, daß durch Hinzufügung weiterer Ventile und Kondensatoren in eigenartiger Schaltung nicht bloß eine Verdoppelung, sondern auch eine beliebige Vervielfachung der Gleichspannung erreicht werden kann. Es scheint, daß wir hier vor einer Entdeckung stehen, die zur Erzielung der langumworbenen Gleichstromhochspannung einen neuen Weg weisen könnte. Die Schaltung erscheint nicht bloß auf die Anwendung von elektrolytischen Ventilzellen beschränkt, sondern kann auch auf andere Ventilzellen, Elektronenröhren, Quecksilbergleichrichter usw. Anwendung finden, so daß der offensichtliche Mangel der bisherigen Anwendung dieser Entdeckung, welcher in der mangelnden Spannungsaufnahmefähigkeit der elektrolytischen Zellen beruht, ausgeglichen werden kann. Die Arbeit ist jedenfalls der höchsten Beachtung wert. Schenkel[15]) greift diesen Gedanken von Greinacher der Vervielfachung von Gleichspannung mit Hilfe von Ventilen und Kondensatoren auch wirklich in dieser allgemeinen Form der Ausdehnung auf beliebige Arten von Ventilen auf, insbesondere Elektronenröhren, und betont die Bedeutung dieser Entdeckung, wobei sein Hinweis auf DRP 310356, sowie auf ETZ 1919, S 333 für die Nachprüfung wertvolle Hinweise darstellt.

Eine Beschreibung elektrolytischer Gleichrichter der physikalischen Werkstätten in Göttingen findet man im El. Anz.[16]). Es handelt sich um die Ausführungsform von Fe-Al-Zellen, deren Bau und Schaltung angegeben wird.

Kondensatoren. Der Eintritt des statischen Kondensators, der auch hier eine bedeutende Rolle spielt, in die Praxis hat sich in Amerika viel schneller vollzogen als in Europa. Während hier der Einbau solcher Apparate noch überhaupt kaum in den Gesichtskreis des projektierenden Ingenieurs getreten ist, findet man in Amerika Berechnungen über deren wirtschaftliche Verwendbarkeit als eine Alltäglichkeit. Sehr kennzeichnend hierfür ist eine Arbeit von Hershey[17]), aus welcher vor allem die wichtige Tatsache zu entnehmen ist, daß Einheiten mit einer Aufnahmefähigkeit von 30 bis 3000 kVA bei Spannungen von 220 bis 2300 V von der Gen. El. Co. normalisiert sind. Dabei scheint die Spannung 2300 V sich als besonders geeignet zu erweisen, da sowohl niedere als höhere Spannung auf diesen Wert mittels Einspulentransformatoren umgewandelt zu werden pflegt. Es wäre an der Zeit, daß auch unsere projektierenden Ingenieure sich dieses wichtigen Werkzeuges zu bedienen lernen.

Elektromagnete.

Obgleich Elektromagnete sowohl mit Wechselstrom als auch mit Gleichstrom ausgeführt werden können, bricht sich doch immer mehr die Erkenntnis der Überlegenheit des Gleichstromelektromagnets Bahn. Hier sehen wir ein bedeutsames Anwendungsgebiet des Gleichstromes und die daraus sich ergebende Notwendigkeit gut ausgebildeter Gleichrichteranordnungen. Bei Gleichstrommagneten, die für Relais oder zur Betätigung von periodisch zu beeinflussenden Stromkreisen erforderlich sind, kann man die Zeitdauer bis zur erfolgten Anziehung bzw. Freigebung des Ankers durch kurzgeschlossene Windungen in

bequemer Weise beeinflussen. Solche Windungen können zweckmäßig aus massivem Kupferrohr bestehen. Über die Berechnung solcher Magnete mit kurzgeschlossenen Windungen berichtet Kalisch[18]) entsprechend einer Arbeit von Schurig. Bemerkenswert hierbei ist die Angabe, daß solche Auslösemagnete in Grenzen von 2 bis 8 s eingestellt werden können. Das Licht einer Lichtboye kann z. B. auf diese Weise in regelmäßigen Abständen unterbrochen werden.

Die Magnetkupplung des Magnetwerks Eisenach[19]) nimmt als besonderen Vorzug in Anspruch, daß keine beweglichen Teile vorhanden sind, die durch den Strom in Bewegung gesetzt werden müßten, um die erforderliche Reibung zu erzeugen; sondern hier wird eine Membran, die an einem Kupplungsteil festsitzt, durch die magnetische Anziehung an den mitzunehmenden Kupplungsteil herangebogen, um beim Aufhören des Betätigungsstromes durch eigene Federkraft wieder zurückzuschnellen.

Auch in einer Arbeit von Trott[20]) findet man einige gute Abbildungen und Beschreibungen von Magnetkupplungen, die den Vorzug haben, Schnittzeichnungen zu sein. Auch hier wird hervorgehoben, daß nur Gleichstrom geeignet sei. Bemerkenswert ist die Erwähnung, daß jetzt sogar drei Wicklungen zur Erregung nötig sind: die Hauptwicklung, die das Drehmoment hervorruft, eine Hilfswicklung, vom Hauptstrom durchflossen, der ersten entgegenwirkend, um Gleitung bei Überlastung zu gestatten, und eine dritte Wicklung, die in Abhängigkeit von der Spannung bzw. Geschwindigkeit steht, um die mit der Drehzahl veränderliche Reibungsziffer auszugleichen.

Eine gute Übersicht über das Gebiet der Magnetverwendung im Eisenhütten-, Verlade- und Werkstattbetrieb zeigt eine Arbeit von Blau[21]), aus welcher das Geständnis zu entnehmen ist, daß die Abmessungen solcher Magnete sich nicht vorausberechnen lassen. Daher sind praktische Zahlen, die auf Erfahrung beruhen, und die man in dieser Arbeit findet, wertvoll. Welche außerordentlichen Unterschiede in der Zugkraft eines und desselben Magnetes auftreten je nachdem, welche Art Gut er zu heben hat, erkennt man daraus, daß mit demselben Rundmagnete von 1500 mm Durchm. Blöcke bis 20 t bei einem Stromverbrauch von 6 bis 8 kW gehoben und befördert werden können, hingegen nur 1 t Masseln, 1 t Schrott, 0,4 t Schmiedespäne, 3 t Feinbleche oder 8 t Grobbleche. Bemerkenswert ist der unbedingte Vorzug, der dem Gleichstrom bei Bemessung solcher Magnete gegeben wird. Auch die Beschreibung einer Anzahl Magnetkupplungen zum Antrieb von Werkzeugmaschinen mit Umkehrmöglichkeit und auch zum Antrieb von Dynamomaschinen wird willkommen sein. Ebenso eine Reihe von Beschreibungen und Abbildungen der immer wichtiger werdenden magnetischen Aufspannvorrichtungen.

Transformatoren.

Theorie. In einer längeren mathematischen Abhandlung bemüht sich Goldstein[22a]), die klare, physikalisch eindeutige und technisch überaus wertvolle Ableitung des Heylandschen Kreisdiagramms mit Hilfe der Induktionskoeffizienten abzuleiten. Es ist vorauszusehen und wohl auch zu hoffen, daß diese unbefriedigende, rein mathematische Darstellungsweise in der Technik keinen Widerhall finden wird.

Unter Zuhilfenahme der Vektoranalysis versucht Kornfeld[22b]), die mathematischen Verhältnisse im Drehstromtransformator aufzuklären, soweit diese bei Leerlauf durch den Umstand beeinflußt sind, daß die drei Kerne, die in einer Ebene liegen, unsymmetrische magnetische Verhältnisse aufweisen.

In einer durch einfache Darstellung bemerkenswerten Arbeit weist Nolen[23]) nach, daß bei Stern-Zickzack-Schaltung die Zickzack-Streu-Spannung einer Phase gleich der halben induktiven Spannung der gegeneinandergeschalteten von halbem Strom durchflossenen Wicklungshälften ist. Auch die Messung dieser Streuspannungen wird angegeben und Versuchszahlen veröffentlicht. Bei Zylinderwicklung ergibt sich, daß die Zickzack-Streuspannung fast vernachlässigt werden kann. Bei geteilter Zylinderwicklung hat sie jedoch große Be-

deutung und kann nach angegebener Methode zuverlässig vorausbestimmt werden. Auch über Scheibenwicklung werden zwar nicht Formeln, aber doch Versuchsergebnisse mitgeteilt.

Über den Einfluß der Hysterese auf die Erzeugung der dritten Oberschwingung findet man eine ausführliche Arbeit von Swyngedauw[24]), worin zunächst eine Formel zur Berechnung der Amplitude dieser Schwingung gegeben wird, deren Bau der experimentellen Nachprüfung zugänglich ist. Diese Prüfung wird alsdann durchgeführt und die Ergebnisse ausführlich beschrieben.

Für Lehrzwecke benutzt Jordan[25]) als Erklärung für die verstärkende Wirkung des Eisens im Transformator die Molekulartheorie, wonach jeder Molekularmagnet zusammen mit seinem Kraftfelde bei Stromänderung eine Drehung ausführt. Hierbei müssen diese »Molekularlinien« die Drähte schneiden und die Wirkung verstärken. Die Erklärung kann als anschaulich und einleuchtend gelten und ist weiterer Verbreitung zu empfehlen.

Der beschämend geringe Wirkungsgrad unserer Hilfsmittel zur Erzeugung von Röntgenstrahlen lenkt immer wieder die Aufmerksamkeit der Techniker auf sich. Auf einer gemeinsamen Versammlung der Inst. El.-Eng. der Roy. Soc. of Med. und der Röntgen Soc. berichtet Morton[26]) über die Ursachen dieser Erscheinung, welche darauf zurückzuführen sind, daß bei der bekannten stoßweisen Erregung durch unsymmetrischen Wechselstrom nur die Spitze mit sehr hoher Spannung zur Erzeugung der wirksamen Röntgenstrahlen während eines außerordentlichen kleinen Zeitteiles der Welle beiträgt. Dieser wirksame Teil der Strahlung beträgt nur 20% der gesamten Strahlung. Der zugehörige Transformator dürfte daher kaum mehr als 10% Wirkungsgrad haben. Den Fortschritt erblickt Morton darin, daß die untere Hälfte der Kurve abgeschnitten wird, etwa 80% der gesamten Transformatorkurve. Wie dies zu machen ist, wird freilich nicht verraten. Auch die Ratschläge von Wright zur Feststellung des Begriffes des Wirkungsgrades von Hochspannungstransformatoren für Röntgenstrahlung zeigen noch vollkommene Hilflosigkeit dieser Aufgabe gegenüber. Bemerkenswert ist die Übereinstimmung aller in dem Punkte, daß nur die Spitze der unsymmetrischen Kurve das Wirksame sei. Phantastisch erscheint die Spannung, die von Phillips gefordert werde, um eine Strahlung zu erzeugen, die an die Durchdringungsfähigkeit der Gammastrahlen heranreicht; diese sei von der Größenordnung 600 kV, ja sogar nach neuesten Forschungen 2000 kV. Man darf auf eine zweite Aussprache in obiger Gesellschaft, die für Ende Sommer 1921 geplant ist, gespannt sein.

Berechnung. Das Verhältnis von Eisen- zu Kupferverlusten wird von Kapp[27]) abermals unter dem Gesichtswinkel des Jahreswirkungsgrades beleuchtet und die bekannte Tatsache betont, daß trotz schlechteren Gesamtwirkungsgrades ein Transformator mit höherem Kupferverlust den Vorzug verdient.

Zur Bestimmung der richtigen Wahl der Größe eines Transformators, der mit asynchronen Motoren belastet ist, gibt Roux[28]) einige Kurven und Berechnungen, die wesentlich Neues kaum enthalten. In Rev. Gén. El.[29]) findet man eine Zusammenstellung der zulässigen Verluste in Transformatoren, die eine Normalisierung der Union des Syndicats d'Electricité darstellen für die drei verschiedenen Kühlungsarten, nämlich 1. natürliche Kühlung bei Trockentransformatoren, 2. natürliche Kühlung bei Öltransformatoren, 3. wassergekühlte Öltransformatoren, wobei als normale Spannungen 5, 10, 15 und 30 kV zugrunde gelegt sind. Die zugelassenen Verluste sind bemerkenswert hoch, z. B. bei 100 kV und 10000 V bei natürlicher Ölkühlung 5%; jedoch sollen dies höchstzugelassene Werte sein.

Auf eine Arbeit von Pohl und Bohle vom Jahre 1905 kommt Spoer[30]) mit Einwänden zurück. Diese Arbeit enthielt seinerzeit das bekannte Ergebnis, daß der wirtschaftliche Transformator dann erzielt wird, wenn die Kupferkosten gleich den Eisenkosten sind. Spoer warnt davor, sich allzu sklavisch

hieran zu halten und weist auf die Unstimmigkeit hin, wenn durch irgendeinen Zufall das Kupfer gegenüber dem Eisen Preisschwankungen erlebt.

Betrieb. Die Veröffentlichung von Betriebserfahrungen nimmt immer größeren Raum in Anspruch. Diese Erscheinung ist besonders zu begrüßen, da erst hierdurch die Ergebnisse von Berechnung, Bau und Theorie Fleisch und Blut gewinnen.

Bedeutsame Berechnungen über die Menge der erforderlichen Kühlluft und die abzuführende Wärme unter Berücksichtigung der spezifischen Wärme führt Kreyssig[31]) zu einer Ziffer 1,57 m^3/s für 1000 kVA. Es wird an Hand solcher Berechnungen eine Lüftungseinrichtung beschrieben, die an drei größere Transformatoren im Jahre 1919 in der Weise angebaut wurde, daß jeder Transformator mit einem Blechmantel umgeben ist, durch welchen die Luft hindurchgedrückt wird. Zahlenmäßige Angaben über Weite der Rohre, beförderte Luftmenge, Temperaturunterschiede usw. machen die Arbeit wertvoll.

Für die Kühlung von Transformatoren ist die Frage der Verschmutzung der Kühlröhren wegen der Gefahr der Verstopfung von erheblicher Bedeutung. — Armstrong[32]) gibt verschiedene Mittel zu vereinfachter Reinigung solcher Röhren durch Säure bzw. Sandstrahlgebläse an, kommt aber bei Vergleichung der verschiedenen Kühlsysteme zu dem Ergebnis, daß die beste Methode die des Ölumlaufs mit Ölkühlschlangen für innere Kühlung ist. Hierbei empfiehlt er jeden Transformator für sich mit den erforderlichen Pumpen und sonstigem Zubehör auszurüsten, um die Mängel im Öl eines der Transformatoren nicht auf die übrigen zu übertragen.

Die Arbeit von Parker[33]) wird dem planenden Ingenieur willkommen sein, insofern, als hier in ausführlicher Weise dargestellt wird, welche Beziehung zwischen der Größe eines Raumes und der darin unterzubringenden Zahl von Transformatoren unter Rücksicht auf deren Leistung besteht. In diesem Punkte bestehen wesentliche Unklarheiten, und häufig genug kommt es vor, daß nach Fertigstellung einer Transformatorenanlage es sich herausstellt, daß die Räume viel zu heiß werden. Hier die richtigen Bedingungen an Hand von Versuchen herauszufinden und entsprechende Formeln aufzustellen, war die Aufgabe, deren Lösung gelungen zu sein scheint.

Dixon[34]) veröffentlicht eine kleine Anmerkung, in welcher er die Notwendigkeit des Trocknens der Transformatoren über 10 kV vor Inbetriebsetzung betont. Ebenso die Prüfung des Öles auf Feuchtigkeit bei Spannungen bis herunter zu 2,2 kV. Als einzig richtigen Weg gibt er die Funkenmethode an und verlangt, daß ein Kugelabstand von 0,37 mm 25 kV bei Transformatoren bis zu 6,6 kV vertragen müsse. Für höhere Spannungen verlangt er 30 kV. Bestes trockenes Öl soll 50 kV vertragen. Einige weitere Winke für Ölprüfungen werden ebenfalls als wertvoll empfunden werden.

Zur Überwachung der Transformatorenverluste werden von Fuhrmann[35]) Schaltungen unter Benutzung von Voltmetern und Glühlampen angegeben, welche es gestatten, bei Vorhandensein einer Gruppe von Transformatoren hiervon immer nur soviel einzuschalten, wie der jeweilige Belastungszustand erfordert.

Das außerordentlich wichtige Kapitel der Bemessung der Transformatoren in vorwiegend landwirtschaftlichen Orten wird von Osten[35]) in eindrucksvoller Weise beleuchtet. Die Tatsache, daß die Transformatoren der meisten ländlichen Überlandwerke nicht mehr als 50% Jahreswirkungsgrad aufweisen, wirft ein grelles Schlaglicht auf die Bedeutung der Wahl richtiger Transformatoren. Die Höhe der Ersparnisse, die hier noch durchführbar sind, wird viele überraschen, und der Vorschlag des Verfassers, die Leistung eines Transformators nicht mit dem Strommesser, sondern mit dem Thermometer unter Berücksichtigung des Spannungsabfalles zu bestimmen, wird und muß Zustimmung finden. Es wird vorgeschlagen, als Mindestleistung etwa 40 bis 60% des Lichtanschlusses anzusehen, für Dreschmotoren etwa $1/3$ bis $1/4$ des Anschlußwertes, jedoch nicht weniger als $2/3$ des größten angeschlossenen Motors, wobei hervorgehoben wird,

daß diese Motoren nur selten hintereinander Tag für Tag benutzt werden, vielmehr meist nur an regnerischen Tagen und Stunden. Bezüglich sonstiger ländlicher Motoren konnten allerdings auch nur allgemeine Gesichtspunkte gegeben werden, die sich zu bestimmten Verhältniszahlen noch nicht verdichtet haben.

Die Bedeutung der Drosselspulen ohne Eisen im Überspannungsschutz sowohl, wie auch an anderen wichtigen Stellen ergibt die Notwendigkeit einer zuverlässigen Vorausberechnung und Theorie. Als bisheriger Stützpunkt dient die mathematisch sehr schwer zu handhabende Stefansche Formel und eine vereinfachte Erfahrungsformel von Korndörfer, die jedoch nicht unter allen Umständen hinreichende Sicherheit bietet. Hak[37]) zeigt, wie mit Hilfe einer gewissen Art von Rechentafeln die genaue Stefansche Formel in verhältnismäßig einfacher Weise doch Verwendung finden kann. Durchgerechnete Beispiele zeigen die Anwendung dieses Rechenverfahrens.

In einem Bericht[38]) über eine Arbeit von Narciss wird in bekannter Weise die Notwendigkeit betont, besonders für Überlandwerke in landwirtschaftlichen Gegenden die Eisenverluste von Transformatoren durch Wahl kleiner Typen möglichst gering zu halten.

In den Lieferungsbedingungen von Transformatorenöl der Union des Syndicats de l'Electricité vom 14. April 1920[39]) findet man die bekannten Forderungen, die an solches Öl zu stellen sind. Eine besondere Eigenart dieser Bedingungen ist die Unterteilung des Öles in eine bessere und in eine geringere Sorte, wobei die letztere nur in solchen Ausnahmefällen verwendet werden darf, wo geringe Wärme zu erwarten ist. Es werden nicht bloß Bedingungen vorgeschrieben, sondern auch genaue Anweisung für die Ausführung zur Untersuchung gegeben, sowie die entsprechenden Apparate beschrieben und abgebildet.

Bau. Über die bauliche Anordnung von Transformatoren ist insbesondere in Richtung auf Sonderausführungen einerseits für sehr hohe Spannungen und anderseits für sehr hohe Ströme noch mancherlei zu beachten.

Das Gegenstück für die neuere Entwicklung zu immer höheren Spannungen und den damit verknüpften Schwierigkeiten bildet der Transformator für Bedienung der elektrischen Öfen. Nach J. L. Thompson[40]) handelt es sich dabei um Ströme bis zu 47 kA bei Spannungen bis zu 90 V, die in weiten Grenzen durch Anzapfungen geändert werden müssen, um sich den Bedürfnissen des Schmelzprozesses anpassen zu können. Es handelt sich meist um die Veredlung von Stahl im Lichtbogen oder im Induktionsofen, wobei es bemerkenswert ist, daß der letztere wegen seines niedrigen Leistungsfaktors als minderwertig angesehen wird.

Man findet in der bemerkenswerten Arbeit wichtige Angaben über die Größe der Graphitelektroden und deren Stromaufnahme, für welche als Höchstwert 11 kA angegeben wird, Anordnung der Zuleitungen zur Vermeidung der Überhitzung benachbarter Metallmassen, Winke für den Aufbau zur Vermeidung von mechanischen Überanspruchungen durch Kurzschlüsse usw., Anordnung der Anzapfungen, Gewichte und Kosten. Eigenartige Verhältnisse ergeben sich daraus, daß die Niederspannungsspulen aus 1 bis 1½ Windungen bestehen müssen. Die sich hieraus ergebenden Schwierigkeiten und deren Umgehung werden erörtert.

Die Arbeit wird einer Aussprache unterzogen, in welcher insbesondere Fragen über die Kosten erörtert werden. Gegenüber dem Bau besonders großer Transformatoren wird geltend gemacht, daß die Beförderungsschwierigkeiten hier eine Rolle zu spielen beginnen. Es wird die Ansicht ausgesprochen, daß Einheiten über 8000 kVA nicht allzu häufig in Betracht gezogen werden sollten.

Eine Anzahl Schwierigkeiten beim elektrischen Schmelzofen werden durch die Arbeit von Holmgren[41]) aufgedeckt. Diese bestehen darin, daß es besonderer Aufmerksamkeit bedarf, um die drei Phasen vollständig gleichmäßig zu belasten. Es werden Angaben gemacht, nach welchen die Untersuchung auf gleichförmige Belastung auszuführen ist. Es werden ferner auch Angaben über

den inneren Widerstand des Schmelzgutes und der Elektroden gemacht, wobei bemerkenswert ist, daß der innere Widerstand des Ofens zwischen 1250 und 2700 Mikrohm schwanken kann. Auch hier wird wieder sehr großer Wert darauf gelegt, daß die Zuführungen mit ihren hohen Stromstärken richtig untereinander verflochten werden, so daß hohe Reaktanz und Stromverdrängung möglichst unterdrückt wird.

Auf die bedeutenden Schwierigkeiten in der Verlegung und Bemessung von Leitungen für die hohen Ströme elektrischer Schmelzöfen vom Transformator bis zu den Klemmen des Ofens weist auch eine Arbeit von Gibson[42]) hin, die Wege angibt, um durch passende Unterteilung der Querschnitte und richtige Leitungsführung die hohen sonst entstehenden magnetischen Wirkungen zu vermeiden, Verbiegungen und Kurzschlüsse hintanzuhalten und schließlich auch die Stromverdrängung durch geeignete Querschnittswahl zu verhindern.

Sehr brauchbare Angaben über das Gebiet der Kleintransformatoren für Klingel- und andere Signalanlagen findet man im El. Anz.[43]), worin die Maße und Wickelangaben zweier gängigen Typen in dankenswerter Weise mitgeteilt werden: eine Mantelform mit großem Kurzschlußstrom von besonders sparsamen Abmessungen, die aber gegen Kurzschlüsse durch Sicherungen geschützt werden muß, und eine Kernform von größeren Abmessungen mit hoher Streuung, der sich selbst schützt. Die Arbeit ist eine Musterbeispiel dafür, wie auch einmal wirklich brauchbare Zahlen und Angaben veröffentlicht werden können und sollen.

In einem Bericht aus Amerika[44]) findet man Angaben über die Anwendung von Schweißtransformatoren, deren Spannungsregelung durch Änderung des Abstandes der beiden Wicklungen hergestellt wird. Die Schweißspannung selbst beträgt 25 bis 30 V im Lichtbogen, während bei Leerlauf 100 V notwendig sind, um den Lichtbogen zwischen Metallelektroden aufrechtzuerhalten. Die Stromstärke schwankt zwischen 100 bis 200 A.

In einer Aussprache über den vorjährigen Vortrag von Ellis und Thompson[45]), über welchen hier berichtet wurde, werden einige Meinungen über die Behandlung des Öles, den Einfluß der Periodenzahlen, über die Unterteilung des Transformatoren auf verschiedene Phasen anstatt des Gebrauches von Drehstromtransformatoren und über die Verwendung von künstlicher Kühlung gegenüber natürlicher Kühlung ausgetauscht, ohne besondere Gesichtspunkte zu eröffnen.

Schaltungsfragen. Henderson[46]) beschreibt die englische Methode zur Bezeichnung der Klemmen für stern- und dreieckgeschaltete Transformatoren, und betont die Notwendigkeit einer genauen Bezeichnungsweise, um Schwierigkeiten bei Inbetriebsetzung zu vermeiden.

Eine bemerkenswerte neue Schaltung zur Umwandlung von Zweiphasen- in Dreiphasenstrom wird von Sachs[47]) angegeben. Zum Unterschied gegenüber der Scottschen Schaltung, die in Verkettung zweier Einphasentransformatoren besteht, kann ein gewöhnlicher Dreiphasentransformator mit passender Bewicklung verwendet werden. Dabei bleibt dieser im Gegensatz zu anderen Anordnungen, bei welchen die drei Säulen verschiedenen Querschnitt haben müssen, in seinem Aufbau völlig ungeändert und soll eine derart günstige Verteilung der Ströme aufweisen, daß der Transformator nur um 7% größer wird als ein gewöhnlicher. Diese Angabe wird allerdings in einer Entgegnung von Lorenz[48]) bestritten, und tatsächlich ergibt sich, daß der Transformator um etwa 12% größer werden muß, was aber unwesentlich ist. Es scheint hier eine nicht unbedeutende Neuerung gegeben zu sein, die Beachtung verdient.

Meßtransformatoren. Über die Schwierigkeiten des Stromwandlers berichtet Marshall[49]) in recht übersichtlicher Weise und zeigt den Widerspruch zwischen den betriebstechnischen Anforderungen, welche dahin gehen, daß die Niederspannungsspule möglichst wenig Windungen hat gegenüber den Anforderungen an Genauigkeit, welche viele Windungen erforderlich macht, um ein genaues Übersetzungsverhältnis und geringe innere Phasenverschiebung zu er-

zeugen. Die kurze und lesenswerte Arbeit ist dadurch bemerkenswert, daß an ihrem Schluß eine Anzahl Literaturhinweise über den Bau solcher Transformatoren gegeben werden.

Über eine neue Methode zur Eichung von Prüftransformatoren, wie sie in der Universität von Wisconsin ausgebildet worden ist, berichtet Crothers[50]). Sie besteht in einer besonderen Art der Anzapfung und in der Beschreibung eines Standardtransformators, über welchem ein genauer Bericht noch als bevorstehend angekündigt wird.

Hierher gehört auch ein Bericht über die Schwierigkeiten beim Bau von Verstärkertransformatoren im Anschluß an die Elektronenröhren der Fernmeldetechnik, wie dies eine eingehende theoretische und experimentelle Arbeit von Mühlbrett[51]) zeigt. Es werden zwei Gesichtspunkte für den Entwurf der Gittertransformatoren aufgestellt und Zahlenangaben gemacht. Möglichst hohe Übersetzung und richtige Widerstandsanpassung soll durch Ausnutzung der Stromresonanz erreicht werden, deren Wesen eingehend behandelt wird. Von besonderer Wichtigkeit erscheint die ausgiebige Benutzung der Elektronenröhre als Spannungsmesser-Elektrometer. Die wertvolle Arbeit verdient besondere Beachtung.

[1]) ETZ S 835. — [2]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 89. — [3]) A. Soulier, Rev. Gén. El. Bd 7, S 619. — ETZ S 1039. — [4]) G. Schultze, Helios Fachz. S 125, 225. — [5a]) Kleeberg, ETZ S 145, 171, 193, 443, 480.— [5b]) Nielsen, ETZ S 323. — [6]) P. Schwenkenbecher, El. Anz. S 593, 597, 607, 613. — [7]) ETZ S 437. — [8]) H. Giroz, Rev. Gén. El. Bd 8, S 721. — [9]) G. Johannès, Rev. Gén. El. Bd 7, S 733. — [10]) W. Germershausen, Helios Fachz. S 249, 257. — [11]) Scott-Taggart, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 451. — [12]) Skaupy, ETZ S 340. — [13]) N. H. Williams u. J. M. Cork, El. World Bd 74, S 937. — [14]) H. Greinacher, Bull. Schweiz. EV S 59. — [15]) M. Schenkel, ETZ S 759. — [16]) El. Anz. S 340. — [17]) F. Hershey, El. World Bd 75 S 252. — [18]) Kalisch (Schurig), ETZ S 470. — [19]) El. Anz. S 559. — [20]) K. Trott, Helios Fachz. S 345. — [21]) Blau, Helios Fachz. S 361, 369. — [22a]) Goldstein, Bull. Schweiz. EV S 1. — [22b]) R. Kornfeld, El. Masch.-Bau S 297. — [23]) H. G. Nolen, ETZ S 329. — [24]) R. Swyngedauw, Rev. Gén. El. Bd 8, S 299, 363. — [25]) F. W. Jordan, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 188. — [26]) Morton, Wright, Philipps, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 289. — [27]) R. O. Kapp, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 164. — [28]) G. P. Roux, Rev. Gén. El. Bd 7, S 823. — [29]) Rev. Gén. El. Bd 8, S 22. — [30]) Spoer, Pohl u. Bohle, ETZ S 499. — [31]) Kreyssig, Mitt. Ver. EW S 137. — [32]) G. E. Armstrong, El. World Bd 75, S 541. — [33]) W. W. Parker, El. World Bd 76, S 334. — [34]) Dixon, El. World Bd 76, S 78. — [35]) W. Fuhrmann, ETZ S 710. — [36]) Osten, Mitt. Ver. EW. S 133. — [37]) J. Hak, ETZ S 954. — [38]) ETZ S 532. — [39]) Rev. Gén. El. Bd 7, S 727. — [40]) J. L. Thompson, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 115, 144. — El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 153, 219, 287, 297, 429, 636. — [41]) F. Holmgren, El. World Bd 75, S 196, 425. — [42]) C. B. Gibson, El. World Bd 75, S 991. — ETZ S 613. — [43]) El. Anz. S 431. — [44]) Helios Fachz. S 418 (n. Gen. El. Rev. Nr 1). — [45]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 447. — [46]) J. Henderson, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 203. — [47]) K. Sachs, Bull. Schweiz. EV S 23. — [48]) H. Lorenz, Bull. Schweiz. EV S 104. — [49]) C. W. Marshall, El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 519. — [50]) H. M. Crothers, El. World Bd 75, S 319. — [51]) K. Mühlbrett, Arch. El. Bd 9, S 365.

Messungen an elektrischen Maschinen.

Von Oberingenieur L. Schüler.

F. S. Dellenbaugh[1]) beschreibt eine Methode zur Messung der magnetischen Feldstärke im Luftspalt el. Maschinen. Er verwendet eine nur etwa 2 mm dicke, schnell umlaufende Spule, die mit einem Kommutator versehen ist und mit einem Millivoltmeter verbunden wird. Bei bekannter Windungsfläche der Spule und bekannter Drehzahl kann man am Millivoltmeter ohne weiteres die Felddichte ablesen. Die Vorrichtung gestattet deshalb eine wesentlich schnellere

und genauere Messung als die bisher für diesen Zweck verwendeten Hilfsmittel. Voraussetzung für ihre Anwendbarkeit ist natürlich ein Luftspalt von genügender Weite (wohl wenigstens 3 mm), bei Drehstrommotoren ist die Vorrichtung demnach nicht zu gebrauchen.

Die el. Leistungswage der Fa. Dr. Max Levy[2]) wird im Helios beschrieben. Der Stator einer Gleichstromdynamo ist leicht drehbar in Kugellagern aufgehängt; er wird durch das Drehmoment des Rotors mitgenommen und durch Gewichtbelastung wieder in die Nullage zurückgeführt. Aus dem hierzu erforderlichen Gewicht wird unter Berücksichtigung der Drehzahl die von der Maschine aufgenommene Leistung ermittelt. Die Arbeit enthält nähere Angaben über die zweckmäßige Art der Messung und die erreichbare Genauigkeit.

Eine Einrichtung zur dauernden Überwachung und Regelung der Öltemperatur von Turboaggregaten beschreibt H. J. Duckett[3]). Im Ölstrom liegt eine mit Alkohol oder dergleichen gefüllte Meßdose; die Ölwärme dehnt den Alkohol aus, es wird eine Membran bewegt und diese Bewegung überträgt sich auf ein Ventil, das die Kühlwassermenge regelt. Außerdem dient die Membranbewegung zur Betätigung von Quecksilberkontakten, die mit einem im Zimmer des Betriebsingenieurs angebrachten Fernthermometer mit Schreibvorrichtung in Verbindung stehen. Die Öltemperatur wird also dauernd überwacht und die Kühlwassermenge dem jeweiligen Bedarf angepaßt. (Die Einrichtung dürfte auch für Öltransformatoren mit Wasserkühlung geeignet sein.)

Für die Temperaturmessung an el. Maschinen, besonders an schwer zugänglichen Stellen der Wicklung, schlägt W. Vogel[4]) die Verwendung von »Meßperlen« aus leicht schmelzbarer Metallegierung vor. Diese sollen in kleinen Glasbehältern an den zu überwachenden Stellen befestigt werden. Zeigt sich nach dem Probelauf oder im Betrieb eine Formänderung der Meßperle, so ist damit der Beweis erbracht, daß die (bekannte) Schmelztemperatur der betreffenden Legierung überschritten wurde.

Max Jakob[5]) kommt im Archiv nochmals auf die Frage der Messung von Oberflächentemperaturen zurück (vgl. JB 1919, S 51). Er sucht nachzuweisen, daß die gegen seine früheren Ausführungen[6]) erhobenen Einwände von Kade[7]) nicht stichhaltig sind und tatsächlich bei der üblichen Temperaturmessung durch Thermometer sehr erhebliche Fehler vorkommen können.

[1]) Dellenbaugh, J. Am. Inst. El. Eng. S 579. — ETZ S 879. — [2]) Helios, Exportz. S 3023. — [3]) Duckett, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 76. — [4]) Vogel, El. Kraftbetr. S 46. — [5]) Jakob, Arch. El. Bd 8, S 362. — [6]) Jakob, Arch. El. Bd 8, S 126. — [7]) Kade, Arch. El. Bd 8, S 296.

Betrieb elektrischer Maschinen.

Von Oberingenieur L. Schüler.

Regelung. Mit der bei Leonard-Schaltung erreichbaren Genauigkeit der Drehzahlregelung beschäftigt sich eine Arbeit von Ernst Blau[1]). Die gewöhnliche Leonard-Schaltung genügt hiernach fast allen praktisch vorkommenden Anforderungen bei einem Regelbereich von nicht mehr als 1 : 25. Darüber hinaus werden besondere Schaltungsweisen verwendet, um die einer bestimmten Reglerstellung entsprechende Geschwindigkeit dauernd und unabhängig von der Belastung aufrechtzuerhalten. Beschrieben wird u. a. die Osborne-Schaltung der SSW und die sog. erweiterte Leonard-Schaltung von BBC. Beide Anordnungen verwenden Hilfserregermaschinen. Besondere Anforderungen an hohen Regelbereich und gleichbleibende Drehzahl werden bei Papiermaschinenantrieben gestellt; zu ihrer Erfüllung wird häufig ein Schnellregler (nach Vorbild von Tirrill) verwendet, der von der Spannung einer mit dem Antriebsmotor verbundenen Tachometerdynamo beeinflußt wird. Der Aufsatz beschreibt ferner die bei Hobelmaschinenantrieb verwendeten Schaltungsweisen.

Zur Verbesserung des Leistungsfaktors ist schon mehrfach vorgeschlagen worden (zuerst von Danielson), den Läufer von Asynchronmotoren nach erfolgtem Anlauf mit Gleichstrom zu erregen und den Motor dadurch in einen Synchronmotor zu verwandeln. Eine Arbeit von Warner und Knowlton[2]) behandelt diese Arbeitsweise ausführlich. Ein Motor von 7 kW wurde eingehend untersucht; die Arbeit enthält Kurven über Wirkungsgrad, Leistungsfaktor usw. bei asynchronem und synchronem Betrieb. Bemerkenswert ist, daß der Motor unter der Bremse noch bei 50% Überlast bei Einschaltung der Gleichstromerregung in Synchronismus einschnappte. Es wird sodann eine Schaltung beschrieben, die die Verteilung des zur Erregung erforderlichen Gleichstroms von der Stromerzeugungsstelle an die Motoren mittels einer einzigen Leitung bezweckt; die Rückleitung des Gleichstroms erfolgt durch die Drehstromleitungen, wobei an den Verkettungspunkt des Stromerzeugers und des Motors angeschlossen wird.

Ein- und Ausschalten. Anlassen. Einen breiten Raum, besonders in der amerikanischen Fachliteratur, nimmt das Anlassen von Synchronmotoren ein. Während in Deutschland Synchronmotoren bisher im wesentlichen als Umformer und nur vereinzelt für andere Zwecke verwendet wurden, hat in den Vereinigten Staaten das dringende Verlangen der El.-Werke nach Verbesserung des Leistungsfaktors dazu geführt, daß Synchronmotoren in steigendem Umfange auch für solche Antriebe benutzt werden, wo ein Anlauf unter Belastung erforderlich ist. Es ist seit langem bekannt, daß ein Mehrphasen-Synchronmotor als Induktionsmotor anlaufen kann, wenn in die Polschuhe eine Kurzschluß-(Käfig-) Wicklung eingebettet ist. Der Motor erreicht dann als Induktionsmotor eine Geschwindigkeit, die einige Prozent unterhalb der synchronen liegt; durch Einschaltung des Erregerstromes wird er dann zum »Einschnappen« in Synchronismus gebracht. Eine Arbeit von E. E. George[3]) behandelt mit großer Ausführlichkeit die Bedingungen, unter denen die Einschaltung des Erregerstromes erfolgen muß, wenn ein unter hoher Belastung anlaufender Motor in Synchronismus gebracht werden soll; die Einschaltung muß in einem ganz bestimmten Zeitpunkt erfolgen, damit das erforderliche starke momentane Drehmoment auf den Rotor ausgeübt wird. Zur Erkennung dieses Zeitpunktes empfiehlt der Verfasser, die Feldwicklung über einen Widerstand zu schließen und in diesen Stromkreis ein Drehspul-Amperemeter einzuschalten, dessen Nullpunkt in der Mitte der Skala liegt. Der Zeiger dieses Instruments schwingt langsam um den Nullpunkt, so lange der Motor noch asynchron läuft. Bezeichnen wir jetzt die Richtung des Erregergleichstroms als positiv, so ist der richtige Zeitpunkt zur Einschaltung der Erregung der Augenblick, in dem der Zeiger bei seiner Bewegung nach der positiven Seite hin den Nullpunkt durchläuft. Von Wichtigkeit ist auch die Stärke des Erregerstroms, der den zu beschleunigenden Massen angepaßt sein muß. Zur selbsttätigen Einschaltung der Erregung wird ein polarisiertes Zeitrelais empfohlen, dessen Wicklung im Stromkreis des erwähnten Amperemeters liegt.

Ebenfalls den Anlauf von Synchronmotoren behandeln A. Hay und F. D. Modawalla[4]). Die Arbeit bringt ausführliche Versuchsergebnisse, die beim Anlauf eines Einankerumformers für 5 kW beobachtet wurden, insbesondere den Zusammenhang zwischen zugeführter Spannung, Stromaufnahme, erreichter Drehzahl, Leistungsfaktor und der in der Feldwicklung induzierten Spannung. Es wird ferner untersucht, wie das Drehmoment zustandekommt, wobei u. a. unterschieden wird: das Drehmoment der Kurzschlußströme in der Dämpferwicklung, den massiven Polschuhen, der kurzgeschlossenen Feldwicklung, sowie das durch Hysterese erzeugte Drehmoment.

Zum Anlassen von Asynchron- und auch von Synchronmotoren werden in Amerika Anlaßtransformatoren in großem Umfange verwendet. Eine Arbeit von Theo. Schou[5]) behandelt den Entwurf und Bau dieser Apparate. An Hand einer Kurve wird darauf hingewiesen, daß bei gegebener Motorleistung der erforderliche Anlaßtransformator um so kleiner ausfällt, je niedriger die

Motordrehzahl ist (wegen der größeren Impedanz langsam laufender Motoren). Als zweckmäßigste Bauart wird ein dreischenkeliger Kern mit zwei Spulen auf den beiden äußeren Kernen empfohlen. Der mittlere Kern erhält 40% größeren Querschnitt als die beiden äußeren, um den Apparat ohne weiteres auch für Zweiphasenstrom verwenden zu können. Bemerkenswert ist der Hinweis, daß diese Schaltungsweise (Zweispulentransformator) für Drehstrom mit vier Leitern nicht ohne weiteres geeignet ist, da hierbei im Nulleiter ein Strom von dreifacher Stärke bei dreifacher Netzfrequenz auftritt. Dieser Ausgleichstrom kann aber vermindert werden, wenn der Motornullpunkt nicht geerdet wird.

Parallelbetrieb. Unter dem Titel »Neuere Einrichtungen und Schaltungen für den Parallelbetrieb el. Maschinen o. dgl.« findet sich im El. Anz.[6]) eine Zusammenstellung von zahlreichen Patenten, die sich auf den Parallelbetrieb el. Maschinen, Frequenzwandler, Quecksilberdampf-Gleichrichter und Motoren beziehen. An erster Stelle wird eine Anordnung der SSW beschrieben, bei der zur Vermeidung von Pendelschwingungen zusätzliche Schwungmassen verwendet werden, die lose auf der Welle der Maschine angebracht und mit ihr federnd verbunden sind. (Diese Anordnung wurde übrigens bereits im Jahre 1908 vom Berichter angegeben und bildete den Gegenstand eines DRP der Felten-Guilleaume-Lahmeyerwerke.) — Zur Belastungsregelung parallel arbeitender Frequenzwandler dient ein Verfahren von BBC, das große Ähnlichkeit mit der von Shaud (s. d. folg. Bericht) beschriebenen Schaltung besitzt, nur mit dem Unterschied, daß an Stelle der Zusatzmaschine ein Drehtransformator verwendet wird.

Beim Parallelbetrieb von Frequenzwandlern, die aus zwei gekuppelten Synchronmaschinen bestehen, ist es nicht ohne weiteres möglich, die Lastverteilung willkürlich zu regeln. E. B. Shaud[7]) behandelt die für diesen Zweck verwendbaren Maßnahmen; die bisher gebräuchlichste Methode ist die mechanische Drehung des Stators der einen Maschine, wodurch die Spannungsphase und damit die Lastaufnahme beeinflußt wird. Die Drehung erfolgt meist mittels Schneckenrad und Hilfsmotor, es ergibt sich hierbei eine ziemlich kostspielige mechanische Bauart. Eine andere Möglichkeit besteht in der el. Drehung der Pole: Die zu regelnde Maschine darf hierbei keine ausgesprochenen Magnetpole besitzen, sondern einen genuteten Läufer mit dreiphasiger Wicklung; durch entsprechende Verteilung des Erregerstromes auf die drei Phasen mit Hilfe von zwei Feldreglern ergibt sich die erforderliche Verschiebung der magnetischen Pole. Als dritte Möglichkeit wird die Verwendung einer Zusatzmaschine behandelt, die mit der Hauptmaschine derart gekuppelt ist, daß die beiden Spannungen um 90^0 gegeneinander verschoben sind. Bei Hintereinanderschaltung der beiden Maschinen kann demnach die Phase der resultierenden Spannung durch entsprechende Erregung der Zusatzmaschine verschoben werden.

An die Arbeit von Niethammer (JB 19, S 53) schloß sich ein Meinungsaustausch mit Emde[8]). Dieser weist nach, daß der von Niethammer angegebene Faktor $\sqrt{2}$ für die Errechnung der Eigenschwingungszeit theoretisch nicht begründet ist. Die mangelhafte Übereinstimmung der nach der Boucherotschen Formel berechneten Werte mit der Messung ist nicht auf Fortlassung des Faktors $\sqrt{2}$ zurückzuführen, sondern darauf, daß die aus dem Kurzschlußstrom berechnete Richtkraft nicht mit der bei Belastung tatsächlich auftretenden übereinstimmt.

[1]) Blau, Helios Fachz. S 77. — [2]) Warner u. Knowlton, El. World Bd 70, S 1021. — [3]) George, El. World Bd 75, S 839 (vgl. JB 1919 S 52). — [4]) Hay u. Modawalla, J. Am. Inst. El. Eng. Bd 39, S 34. — ETZ S 1055. — [5]) Schou, El. World, Bd 76, S 473. — [6]) El. Anz. S 243, 251, 271, 281. — [7]) Shaud, El. World Bd 75, S 593. — [8]) Emde, El. Masch.-Bau S 56. — Niethammer S 60. — Emde, S 475.

Anlaßapparate, Belastungswiderstände und Widerstandsmaterial.

Von Oberingenieur Ch. Krämer.

Berechnung von Anlaßwiderständen. Einen Beitrag zu der Frage, ob es zweckmäßig ist, das Anlassen von Motoren durch Abschalten von Widerstandsstufen oder durch Parallelschalten dieser vorzunehmen, bringt F. Loppé[1]). An Hand einer mathematischen Entwicklung und mehrerer Beispiele zeigt er, daß in manchen Fällen durch Parallelschalten bis zu $^2/_3$ an Widerstandsmaterial gespart werden kann.

Anlasser. K. Trott[2]) beschreibt einen neuen Selbstanlasser des Sachsenwerks für Gleichstrommotoren, der ursprünglich für Marinezwecke entwickelt wurde. Entsprechend den bei der Marine gestellten Anforderungen arbeitet er auch dann noch sicher, wenn die Spannung des Netzes zwischen 25 und 120% schwankt und besitzt Nullausschaltung. Der Anlaßwiderstand besteht aus nur einer Stufe, welche durch ein Schütz mit Haupt- und Hilfserregung kurzgeschlossen wird. — Einen Anlasser[3]), bei welchem die Verringerung des Widerstandes durch Zusammenpressen von Kohle und Nickelplatten erfolgt, zeigt eine Abbildung in Electr. (Ldn.). Er wird bis zu 35 kW von der Ferranti Ltd. ausgeführt und besitzt eine sehr gedrungene Bauart.

Belastungswiderstände. J. Dixon[4]) macht auf die Vorteile aufmerksam, Belastungswiderstände zum Prüfen großer Maschinen mit fließendem Wasser zu kühlen, wodurch sie außerordentlich klein ausfallen. — J. C. Lilienfeld und W. Hofmann[5]) beschreiben neue Rheostaten von hohem Widerstand, die berufen sind, in der Meßtechnik eine Rolle zu spielen. Es sind ausgepumpte Glasröhren, die innen mit einer leitenden Kohlenschicht überzogen sind. Sie können in der Größenordnung von 20000 Ω bis 10 $M\Omega$ hergestellt werden. Ihre Unveränderlichkeit und hohe Belastungsfähigkeit, welche in Luft 1 W/cm^2, in Öl bis 3 W/cm^2 und stoßweise bis 10 W/cm^2 beträgt, sichert ihnen ein weites Anwendungsgebiet. Ihr Temperaturkoeffizient ist 0,0016. Die Verfasser schlagen auch vor, die Widerstände zur direkten Messung sehr kleiner Ströme oder sehr hoher Spannungen aus den Angaben eines eingebauten Thermometers zu benutzen, geben als Nachteil jedoch selbst die hohe Wärmeträgheit zu, welche eine Einstellzeit bis zu 5 min bedingt. Auch als Vorschaltwiderstände für Meßinstrumente stört noch ihr verhältnismäßig hoher Temperaturkoeffizient; es ist daher eine weitere Reihe mit Metallüberzügen in der Entwicklung, bei welchen der Temperaturfehler nicht mehr als 2% bis 100° beträgt.

[1]) F. Loppé, Rev. Gén. El. Bd 7, S 95. — [2]) K. Trott, Helios Exportz. S 2413. — [3]) Electr. (Ldn) Bd 85, S 335. — [4]) J. Dixon, El. World Bd 75, S 846. — [5]) J. E. Lilienfeld u. W. Hofmann, ETZ S 870.

III. Verteilung und Leitung.

Verteilungssysteme und deren Regelung. Berechnung der Netze und der Leitungen, elektrische und mechanische Messungen an Leitungen. Von Oberingenieur Dr. Paul Cohn, Berlin. — Leitungsdrähte, Kabel, Isolierstoffe. Von Dr. Richard Apt, Berlin. — Ausführung der Leitungen, Stromsicherungen, Installationsmaterial, Schaltanlagen und Schalter. Von Oberingenieur Karl Hansen Bay, Berlin. — Überspannung, Störungen, Gefahren, Korona. Von Prof. Dr.-Ing. W. Petersen, Darmstadt.

Verteilungssysteme und deren Regelung, Berechnung der Netze und der Leitungen, elektrische und mechanische Messungen an Leitungen.

Von Oberingenieur Dr. Paul Cohn.

Berechnung der Leitungen. Die Theorie der Berechnung el. Leitungsnetze bereichert Schwaiger[1]) durch ein neues graphisches Verfahren, dessen An-

wendungsgebiet das gleiche ist wie das der Frickschen Methode der widerstandstreuen Umbildung der el. Leitungsnetze; eine Ergänzung dazu gibt Thomälen[2]). — Zur rechnerischen Behandlung der Stromverzweigungen leitet Küpfmüller[3]) Formeln für die widerstandstreue Umbildung eines Dreiecks in einen Stern und umgekehrt, sowie für die Abhängigkeit der Spannung eines Netzknotens von denjenigen der Nachbarknoten ab. — Eine Weiterbildung der Kirchhoffschen Gesetze über Strom und Spannung bei Verzweigungen gibt Natalis[4]) durch Ableitung eines Gesetzes über die Leistungsaufnahme el. unbestimmter Systeme, das teilweise Analogien mit den Sätzen der Mechanik über statisch unbestimmte Systeme bietet. In einem zweiten Aufsatz[5]) erweitert er die Betrachtungen auf die Leistungsaufnahme von Wechselströmen auch bei induktiver Belastung.

Gaarden[6]) gibt Tabellen zur raschen Ermittelung der über gegebene Entfernungen übertragbaren Leistungen bei 10% Energieverlust oder Spannungsabfall für verschiedene Normalspannungen und Normalquerschnitte, Evans[7]) Kurventafeln für die Reichweite der amerikanischen Normalspannungen 2,3 — 6,6 — 22 — 33 und 60 kV bei verschiedenen Querschnitten in Abhängigkeit von der zu übertragenden Leistung.

Zur Speisung großer Stadtnetze geht man neuerdings auch in England zu einer erhöhten Betriebsspannung von etwa 30 kV anstatt der bisher üblichen von 2 bis 10 kV über. Die hierbei auftretenden technisch-wirtschaftlichen Fragen, Anlagekosten, Höhe der neu zu wählenden Spannung, zweckmäßigste Lage und Abstand der Unterwerke, zulässige Belastung und günstigste Ausnutzung der Speisekabel werden unter verschiedenen Annahmen über die Belastungsverteilung von Woodhouse[8]), Kapp[9]) und Gillin[10]) behandelt. — Wilson[11]) empfiehlt bei Anschluß neuer Stadtbezirke zur Erhöhung der Betriebssicherheit die Hausanschlußkabel nicht von den Verteilungskabeln abzuzweigen, sondern letztere in jedes Haus ein- und auszuführen. — Beaty[12]) befürwortet für Beleuchtung und auch für Kleinmotoren eine Spannung von nur 50 V, für die die Lampen sich wesentlich billiger und mit geringerem Energieverbrauch herstellen lassen; wird für Motoren von 2 kW aufwärts eine Spannung von 500 $\sqrt{3}$ V gewählt, so sollen die Leitungskosten nicht höher werden als bei dem Vierleitersystem mit 380/220 V. — Gegenüber der in Amerika verbreiteten Serienschaltung von Straßenlampen, deren Ausführungseinzelheiten und Vorzüge Hurley[13]) darlegt, bespricht Harrison[14]) die Vorteile der Parallelschaltung im Anschluß an das allgemeine Verteilungsnetz.

Großkraftübertragung. Außerordentlich eingehend beschäftigt man sich in Frankreich mit dem Problem der Kraftübertragung über große Entfernungen, und zwar hauptsächlich mit der Ausbildung von rechnerischen oder graphischen Verfahren, die eine möglichst bequeme und rasche Lösung für gegebene Leitungskonstanten und Betriebsfälle gestatten und einen guten Einblick in die durch Änderung der Betriebsverhältnisse bedingten Änderungen von Strom und Spannung längs der Leitung gestatten. — Blondel[15]) entwickelt im Anschluß an ältere Arbeiten neben einer schon im Jahrgang 1919 erwähnten, von Brown herrührenden graphischen Lösung ein weiteres Verfahren, das gleichfalls mit einem sehr geringen Aufwand von Rechnung aus einem Kurvenblatt die Werte von Strom und Spannung, sowie den Leistungsfaktor und den Wirkungsgrad zu ermitteln gestattet. Der Einfluß des Leistungsfaktors und seiner Verbesserung durch Einbau von Synchronmaschinen — bei sehr langen Leitungen nicht nur am Ende, sondern auch an Zwischenpunkten — wird untersucht. Gemeinsam mit Lavanchy[16]) wird das Verfahren an Beispielen durchgeführt; bei Übertragung von 60000 kW über 1200 km mit einer Betriebsspannung von 100 $\sqrt{3}$ kV ergibt der Einbau von Synchronmotoren in der Mitte der Strecke günstige Übertragungsverhältnisse. — Ein anderes graphisches Verfahren, bei dem nur Kreise und gerade Linien gezeichnet zu werden brauchen, wird von Thielemans[17]) abgeleitet und gleichfalls an Beispielen erläutert. —

Neue Wege beschreiten Brylinski[18]) und Bunet[19]), indem sie die Durchführbarkeit der Übertragungen auf Entfernungen von ¼ oder ½ der natürlichen Wellenlänge untersuchen. Bei 50 Perioden kommen hierbei für Freileitungen Entfernungen von etwa 1500 bzw. 3000 km in Frage. Im ersteren Falle entspricht einer konstanten Spannung am Leitungsende ein konstanter Strom am Anfang; er erfordert also die Ausbildung von Generatoren für konstanten Strom; die Leistung kann nur am Ende, nicht unterwegs, abgenommen werden. Bei der Halbwellenübertragung ist Entnahme von Leistung in beschränktem Maße auch in der Leitungsmitte möglich; Spannung und Strom sind dabei am Anfang von gleicher Größe wie am Ende, aber beide gegen die Werte am Ende um 180° verschoben. Im Zuge der Leitung ergeben sich jedoch Werte von Spannung und Strom, welche diejenigen an den Endpunkten unter Umständen sehr erheblich übersteigen. Durch künstliche Änderung der Leitungskonstanten, z. B. durch Aufteilung des Leitungsquerschnittes, durch Einbau von Drosselspulen und Kondensatoren kann man diesem Übelstand abhelfen. Durch Zwischenschaltung von Kabelstrecken in die Freileitung kann man ferner die natürliche Wellenlänge in weiten Grenzen verändern. Die Ansicht von Bunet, daß bei Entfernungen über 500 km eine derartige Übertragung die richtige Lösung darstellt, da hierbei die Schwierigkeiten der Spannungsregulierung fortfallen, erscheint jedoch nicht hinreichend begründet. — Als wirtschaftliche Spannung für die in Deutschland vorkommenden Entfernungen und Übertragungsleistungen findet Tröger[20]) 220 kV. Statt des Drehstromsystems bringt er für die Übertragung ein Zweiphasensystem mit geerdeter Neutrale in Vorschlag; die Erzeugung und Verteilung kann dabei durch Drehstrom erfolgen, wenn an beiden Leitungsenden auf der Oberspannungsseite je 2 Transformatoren mit um 180° verschobener Phase hintereinander geschaltet werden. An dem Beispiel des Bayernwerks untersucht Tröger, ob die Spannungsschwankungen wirtschaftlicher durch Synchronmotoren oder durch Induktionsregler auf das zulässige Maß herabgesetzt werden können. — In einer auch anderen Fragen gewidmeten Untersuchung über Übertragungsleitungen von 100 bis 250 kV Betriebsspannung empfiehlt Laurell[21]) zur Kompensierung des Ladestromes und des durch ihn bewirkten Spannungsanstiegs bei plötzlichem Ausschalten der Belastung den Einbau von Induktionsspulen. Wertvoll ist die von ihm durchgeführte Wirtschaftlichkeitsrechnung; für eine Übertragung von 50000 kW ist 150 kV, von 100000 kW 200 kV die wirtschaftlichste Spannung; dies gilt, wenn man die Kosten der Transformatorstationen außer Betracht läßt, unabhängig von der Entfernung. — Die Aussichten einer Übertragung mit 220 kV und die bei einer solchen neu auftauchenden Fragen und zu lösenden Aufgaben werden von Silver[22]) erörtert. — Worcester[23]) kommt bei Untersuchung ähnlicher Fragen zu der Forderung, bei Entfernungen von 500 km und darüber zur Vermeidung übergroßer Spannungsschwankungen die Frequenz auf 25 Per/s herabzusetzen.

Pomey[24]) untersucht den Einfluß einer Änderung der Größe der Ableitung (infolge Änderung der Feuchtigkeit oder der Koronaverluste) auf die Übertragungsverhältnisse. Ott[25]) gibt eine Fluchtlinientafel zur Bestimmung des Leitungsquerschnitts in Abhängigkeit vom Leistungsverlust. Unter gewissen vereinfachenden Annahmen leitet Baticle[26]) Formeln zur Bestimmung der vorteilhaftesten Spannung und des zugehörigen wirtschaftlichen Querschnitts ab. Hershey[27]) untersucht, in welchen Fällen die Veringerung des Spannungsabfalls wirtschaftlich zweckmäßiger durch Verstärkung des Leitungsquerschnitts als durch Einbau von Spannungsreglern erreicht wird. — Mit der Frage des Leistungsfaktors und seiner Verbesserung durch Synchronmotoren oder andere Mittel, die auch in mehreren der vorerwähnten Aufsätze mitbehandelt wird, beschäftigt sich Dumartin[28]). Theoretischer Natur sind die Arbeiten von Rieunier[29]) und Gruhn[30]); letzterer erörtert die richtige Definition des Leistungsfaktors bei Drehstrom mit ungleicher Belastung der Phasen.

Fehlerbestimmung und andere Untersuchungen an Kabeln und Leitungen. Die Bestimmung des Fehlerorts in Mehrleiterkabeln ist, wie de Koning[31])

zeigt, in vielen Fällen zuverlässig erst möglich, wenn der Charakter des Fehlers, die Größe des Fehlerwiderstandes, die Anzahl der Leiter, die Schluß haben, etwaige Unterbrechungsstellen und ihre Lage zur Fehlerstelle, vorher ermittelt sind. Tietgen[32]) macht sich bei der Fehlerortsbestimmung dadurch von der Größe des Übergangswiderstandes an der Fehlerstelle unabhängig, daß er zwei Messungen, einmal bei am Ende offener, einmal bei geschlossener Schleife vornimmt. Die in Amerika angewendete Fehlerbestimmung durch Abhören eines in das Kabel geschickten Wechsel- oder pulsierenden Gleichstroms ändert Bullard[33]) dahin ab, daß er Gleichstrom verwendet, der in Zwischenräumen von je 1 s ein- und ausgeschaltet wird; die Einzelheiten der Einrichtung werden näher beschrieben. Stubbings[34]) verwertet eine statische Analogie, um die Fehlerbestimmung in einem Gleichstrom-Dreileiter-Netz mit isoliertem Nullleiter auf das Problem eines in der Mitte und an den beiden Enden durch Gewichte belasteten, sonst gewichtslosen Balkens zurückzuführen; den Gewichten entsprechen die reziproken Werte der Isolationswiderstände, den Entfernungen vom Schwerpunkt des Balkens die Spannungen gegen Erde.

Melsom und Cockburn[35]) geben einen Bericht über Messungen der Erwärmung von Kabeln, die in verschiedener Weise verlegt waren. Bei Bleikabeln, die in Steingutröhren liegen, ist für eine gegebene Übertemperatur die zulässige Stromstärke wesentlich niedriger als bei solchen, die nach dem Solid-System oder mit Eisenarmierung direkt in die Erde verlegt sind; die beiden letzteren Verlegungsarten zeigen nur geringe Unterschiede. — Die in dem Bleimantel unarmierter Einfachkabel bei Betrieb mit Wechselstrom induzierten Spannungen werden von Capdeville[36]) rechnerisch ermittelt; diese Ströme im Bleimantel können hohe zusätzliche Verluste und unzulässige Erwärmung zur Folge haben. Zur Herabsetzung dieser Verluste ist die Zerlegung des Bleimantels in einzelne voneinander isolierte Teilstrecken nicht genügend, es müssen vielmehr die Bleimäntel in jeder Muffe miteinander über passend bemessene Widerstände oder besser Reaktanzen verbunden werden. Swyngedauw[37]) ermittelt theoretisch und durch Messungen die Konstanten von Drehstromkabeln und -Freileitungen für die 3. Harmonische, die in allen drei Adern gleiche Phase hat, also für Betrieb mit einphasigem Wechselstrom und gibt eine Erklärung der aus den Messungen sich ergebenden Abhängigkeit des Widerstandes und der Reaktanz von der Länge des Kabels und der Frequenz.

Zur Bestimmung der Reaktanz einer Wechsel- oder Drehstromleitung in Abhängigkeit von Frequenz, Leiterabstand und Leiterdurchmesser geben Leite[38]) und Valensi[39]) graphische Verfahren an. Breitfeld[40]) kommt bei Untersuchung der Induktionserscheinungen in unsymmetrischen Wechselstromsystemen zu dem Ergebnis, daß man nicht mehr von einem Induktionskoeffizienten jedes Leiters sprechen kann. Die Ströme in mehreren parallelen Leitern sind merklich verschieden, wenn die Leiterentfernung nicht mehr sehr groß im Verhältnis zu ihrem Durchmesser ist. — Die Bedeutung von Leistung, Scheinleistung und Blindleistung bei unsymmetrischen Leitersystemen untersucht Fähnrich[41]).

Goddard[42]) behandelt die Verwendung von Eisen statt Kupfer für Freileitungen und die bei Wechselstrom auftretende Widerstandszunahme in Eisenleitungen. Mit dem Wechselstromwiderstand massiver Eisenleitungen beliebiger Querschnittsform unter Berücksichtigung der Veränderlichkeit der Permeabilität beschäftigen sich Arbeiten von Truxa[43]), Winkler[44]) und Zickler[45]). Messungen des letzteren bestätigen seine Formeln, sind dagegen nicht durchweg in Übereinstimmung mit den von Truxa abgeleiteten Werten.

Schutzschaltungen. Mc Coll[46]) gibt einige neue Schaltungen zum Schutz paralleler Leitungen an und erwähnt zum Schutz der Kabel in beliebig vermaschten Leitungsnetzen neben dem Merz-Price-System ein neues System von Whitaker, bei dem sich nahe über der Kabelader eine von ihr schwach isolierte Schutzhülle befindet; zwischen Ader und Schutzhülle ist das Auslöse-

relais angeschlossen. Das bereits im Jahrgang 1915 erwähnte Kabelschutzsystem von Pfannkuch[47]) ist inzwischen bei den Städtischen E.-W. Berlin im praktischen Betriebe erprobt worden[48]). Eine Beschreibung des Systems und der Einzelheiten seiner Ausführung gibt Klingenberg[49]). Bei diesem System wird schon bei den ersten Anzeichen einer Störung der Fehler gemeldet, ohne daß es nötig ist, das Kabel sofort außer Betrieb zu nehmen. Das Gleiche will Lee[50]) dadurch erreichen, daß das Kabel unter dem Bleimantel mit voneinander schwach isolierten Kupfer- und Zinkdrähten oder -Bändern versehen wird; Zutritt von Feuchtigkeit infolge Beschädigung des Kabels soll durch ein an diese Drähte oder Bänder angelegtes empfindliches Galvanometer angezeigt werden. — Edgcumbe[51]) beschreibt Schaltungen von Relais für Erdschluß- und Überstromauslösung, insbesondere bei mehreren parallelen Leitungen ohne Hilfsleiter. — Charpentier[52]) zeigt, daß das Teilleiter- (split-conductor-) System auch ohne Stromwandler zur Betätigung der Auslösevorrichtungen und daher auch in Gleichstromnetzen zur selbsttätigen Abschaltung von Speiseleitungen dienen kann. — In ähnlicher Weise wie Biermanns bestimmen Treat[53]) und Olivier, Nikiforoff und Mc Manus[54]) für große vermaschte, von mehreren Kraftwerken gespeiste Leitungsnetze an einem Modell die auftretenden Kurzschlußströme und auf Grund dieser Ermittlung die Art und Einstellung der Auslöserelais. — Woodward[55]) benützt gleichfalls ein Modell des Leitungsnetzes, um die auftretenden Kurzschlußströme durch den Versuch zu ermitteln. — Gooding[56]) berechnet die Kurzschlußströme eines Netzes und leitet daraus Regeln für die Bemessung und Schaltung der zur Herabsetzung der Kurzschlußströme einzubauenden Reaktanzen ab. — Schrottke[57]) beschreibt den von Bauch entwickelten Selektivschutz für Ringnetze, Klingenberg[49]) die von Biermanns vorgeschlagenen Schutzschaltungen.

Mechanische Berechnung der Freileitungen. Edler[58]) gibt in Ergänzung seines vorjährigen Aufsatzes einen kritischen Vergleich der in verschiedenen Ländern eingeführten Zusatzlastformeln und empfiehlt zur Gewinnung einwandfreien Materials die Anstellung von Messungen der Zusatzlast an besonderen Versuchsleitungen verschiedenen Querschnitts. Auf Grund ähnlicher Betrachtungen kommt Hals[59]) gleichfalls zu der Forderung, durch Beobachtung mehr Material über die Größe der Eislast zu beschaffen. Zur Lösung der Zustandsgleichung 3. Grades für die Beanspruchung von Freileitungen gibt Ott[60]) eine Fluchtlinientafel, die einfacher als die von Seefehlner (JB 1919) angegebene konstruiert werden kann. — Fetter[61]) führt die Zustandsgleichung eines Seilzuges auf die eines Einzelfeldes zurück und löst sie nach dem von Seefehlner angegebenen, noch etwas verbesserten Verfahren; er ermittelt danach die Bewegung der Stützpunkte einer an Hängeisolatoren befestigten Leitung mit ungleichen Spannweiten bei Änderungen der Temperatur und der Zusatzlast. — Eine andere zeichnerische Lösung der Zustandsgleichung gibt Singer[62]); um die Zusatzlast zu berücksichtigen, ist die Spannweite mit einem Faktor zu multiplizieren, der die der Zusatzlast entsprechende scheinbare Vergrößerung des spezifischen Gewichts angibt. — Grothe[63]) gibt ein praktisches Verfahren für die Berechnung des Durchhanges nach der neuen Zusatzlastformel des VDE. — Baticle [64]) untersucht die Beanspruchung eines Mastes bei einseitigem Leitungsbruch unter Berücksichtigung der Durchbiegung der Nachbarmaste. — Gegenüber der schon mehrfach beanstandeten Faustformel der Freileitungsnormalien des VDE für die Zopfstärke von Holzmasten gibt Neumann[65]) eine einwandfreie, für Einfach- und Doppelmaste anwendbare graphische Darstellung und betont die Überlegenheit von Doppel- gegenüber Einfachmasten. — Ott[66]) gibt eine Rechentafel zur Bestimmung der Zopfstärke von Holzmasten. — Feuer[67]) leitet eine Näherungsformel zur Berechnung des nutzbaren Zuges von eisernen Gittermasten und ein Verfahren zur Berechnung der Querträger ab. — Die Durchbiegung von Gittermasten findet Bürklin[68]) kleiner als nach den bisher angewendeten Formeln. — Donath[69]) gibt Formeln für

die Berechnung gerader Isolatorstützen, er empfiehlt einige neue Stützenformen, die sich von den bisher meist verwendeten unterscheiden.

[1]) A. Schwaiger, ETZ S 227. — [2]) A. Thomälen, ETZ S 729. — [3]) K. Küpfmüller, ETZ S 850. — [4]) F. Natalis, ETZ 1919 S 645. — [5]) F. Natalis, ETZ S 505. — [6]) O. Gaarden, El. World Bd 75, S 536. — [7]) Evans, El. World Bd 75, S 1138. — [8]) W. B. Woodhouse, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 652. — [9]) R. O. Kapp, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 653. — El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 793. — [10]) C. A. Gillin, El. Rev. (Ldn.) Bd 83, S 805; Bd 87, S 6. — Electr. (Ldn.) Bd 85, S 32. — [11]) H. Wilson, El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 771. — [12]) R. J. H. Beaty, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 297. — [13]) W. P. Hurley, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 326. — [14]) W. Harrison, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 324. — [15]) A. Blondel, Rev. Gén. El. Bd 8, S 131, 163, 195, 227. — [16]) A. Blondel u. Ch. Lavanchy, Rev. Gén. El. Bd 8, S 667, 707, 749. — [17]) L. Thielemans, Rev. Gén. El. Bd 8, S 403, 435, 475, 515. — [18]) E. Brylinski, Rev. Gén. El. Bd 7, S 617. — [19]) P. Bunet, Rev. Gén. El. Bd 7, S 395, 700, 769. — El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 219, 250, 282, 316. — [20]) Tröger, ETZ S 905. — [21]) Laurell, Teknisk Tidskrift S 105, 129. — [22]) A. E. Silver, El. World Bd 75, S 140. — El. Masch.-Bau 1920 S 151. — ETZ S 32. — [23]) T. A. Worcester, Rev. Gén. El. Bd 7, S 440. — [24]) J. B. Pomey, Rev. Gén. El. Bd 8, S 416. — [25]) H. Ott, El. Masch.-Bau S 437. — [26]) E. Baticle, Rev. Gén. El. Bd 8, S 595. — [27]) F. Hershey, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 165. — [28]) P. Dumartin, Rev. Gén. El. Bd 7, S 643. — [29]) P. Rieunier, Rev. Gén. El. Bd 7, S 715, 755. — [30]) Gruhn, El. Masch.-Bau S 189. — [31]) K. de Koning, ETZ S 249. — [32]) H. Tietgen, ETZ S 292. — [33]) W. R. Bullard, El. World Bd 76, S 1057. — [34]) G. W. Stubbings, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 586. — [35]) Melsom u. Cockburn, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 738, 741. — El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 841. — [36]) P. Capdeville, Rev. Gén. El. Bd 8, S 339. — [37]) R. Swyngedauw, Rev. Gén. El. Bd 7, S 483, 515. — [38]) P. Leite, Rev. Gén. El. Bd 7, S 419. — [39]) R. Valensi, Rev. Gén. El. Bd 8, S 313. — [40]) C. Breitfeld, El. Masch.-Bau S 177. — [41]) L. Fähnrich, El. Masch.-Bau S 155, 188. — [42]) R. W. Goddard, El. World Bd 75, S 891. — [43]) L. Truxa, Arch. El. Bd 8, S 137; Bd 9, S 227. — [44]) Winkler, El. Kraftbetr. S 5. — [45]) K. Zickler, El. Masch.-Bau 1919 S 449; 1920 S 165. — [46]) A. E. Mc Coll, El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 602. — [47]) ETZ S 297. — [48]) H. Pfannkuch, Mitt. AEG 1920 S 111. — [49]) Klingenberg, ETZ 1920 S 651/3. — [50]) L. R. Lee, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 154. — [51]) K. Edgcumbe, El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 249, 281. — [52]) P. Charpentier, Rev. Gén. El. Bd 7, S 493. — [53]) R. Treat, Rev. Gén. El. Bd 7, S 599. — [54]) J. M. Olivier, B. Nikiforoff u. Mc Manus, Rev. Gén. El. Bd 7, S 410. — [55]) W. R. Woodward, El. World Bd 75, S 715. — [56]) R. F. Gooding, El. World Bd 74, S 827, 938; Bd 75, S 949. — [57]) Schrottke, ETZ S 827, 848. — [58]) Edler, Bull. Schweiz. EV S 207. — [59]) Hals, Elektro-Industri Christiania S 163. — El. Masch.-Bau 1921, S 62. — [60]) H. Ott, ETZ S 539. — [61]) W. Fetter, El. Masch.-Bau S 552. — [62]) Singer, El. Masch.-Bau S 525. — [63]) W. Grothe, ETZ S 311. — [64]) E. Baticle, Rev. Gén. El. Bd 8, S 100. — [65]) P. Neumann, ETZ S 405. — [66]) H. Ott, El. Masch.-Bau S 503. — [67]) Feuer, ETZ S 725. — [68]) Bürklin, ETZ S 252. — [69]) M. Donath, ETZ S 809.

Leitungsdrähte, Kabel, Isolierstoffe.

Von Dr. Richard Apt.

Freileitungen. Die Rückkehr zu normalen Zuständen in der Metallversorgung machten sich nach Fritze[1]) darin kenntlich, daß in immer steigendem Maße zur Verwendung von Kupfer übergegangen wurde. — Rosental[2]) weist darauf hin, daß in Deutschland zahlreiche Kupfervorkommen bestehen, die unter Umständen abbaufähig sein dürften. Hierbei ist allerdings zu betonen, daß, wenn infolge Steigens der deutschen Valuta der Preis für amerikanisches Kupfer in Deutschland sinkt, eine Rentabilität für den Abbau aus vielen deutschen Kupferbergwerken kaum noch bestehen dürfte. — Die Möglichkeit, amerikanisches Elektrolytkupfer ohne Schwierigkeit zu beschaffen, hat auch den VDE[3]) veranlaßt, die Ausnahmebestimmungen für Kupfer mit

Wirkung vom 1. April 1921 wieder aufzuheben und vom genannten Termine ab die früheren Kupfernormalien wieder in Kraft zu setzen.

Trotz der Möglichkeit ausreichender Kupferversorgung ist der weitgehendsten Verwendung von Aluminium nach wie vor das größte Interesse entgegenzubringen. — U. Meyer[4]) berichtet über Erfahrungen bei der Verwendung von Aluminiumleitungen im Telegraphen- und Fernsprechbetriebe. In Fernsprechkabeln ergaben sich gewisse Schwierigkeiten bei der Herstellung der Verbindungen infolge zu hoher Übergangswiderstände. Dagegen hat sich Aluminium gut bewährt für Sammelschienen sowie als Aluminiumfolie an Papierkondensatoren. — Das hauptsächlichste Verwendungsgebiet für das weiße Metall bleiben naturgemäß die Freileitungen, entweder als Reinaluminiumseile oder Aluminiumstahlseile. Im Anschluß an einen Aufsatz von Fischinger[5]) wurden Erfahrungen ausgetauscht über das Verhalten von Aluminiumfreileitungen. Aus der Diskussion[6]) geht hervor, daß Reinaluminiumseile sich sehr wohl als Leitungsmaterial eignen und zu Störungen keine Veranlassung geben, wenn die Montage des Netzes der Eigenart des Materials entspricht und unter Beachtung der bisher gemachten Erfahrungen vor sich geht. Auch Aluminiumstahlseile haben sich als durchaus brauchbar erwiesen. Von der Verwendung von Aluminiumlegierungen dagegen scheint abgeraten werden zu müssen, da dieselben zu molekularer Umlagerung neigen und stärkere Korrosionen zeigen als Reinaluminium. — Über die in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt vorgenommenen Versuche, Aluminium von möglichst großer chemischer Reinheit herzustellen, berichtet von Steinwehr[7]).

Kabel. In der Kabeltechnik gewann die Frage der Kabel für sehr hohe Spannungen durch den Ausbau der Fernkraftübertragungen erhöhte Bedeutung. Aus Anlaß eines Aufsatzes über Heimatschutz in der Schweiz, in dem der möglichst restlose Ersatz der Freileitungen durch Kabel gefordert wurde, untersucht Wyßling[8]), welche Verteuerungen für den Strompreis entstehen würden, wenn allgemein Hochspannungsleitungen als Kabel verlegt würden. Er kommt zu dem Ergebnis, daß unter Berücksichtigung der schweizerischen Verhältnisse fertig verlegte Kabel im Mittel 3- bis 4mal soviel wie verlegte Freileitungen kosten, und daß dadurch die Kosten der Energieerzeugung um etwa 25% erhöht würden. — Über die Stärke der Isolierhülle bei amerikanischen Hochspannungskabeln wurde eine tabellarische Übersicht veröffentlicht[9]), die deswegen interessant ist, weil sie die von den unsrigen vielfach abweichenden Anschauungen der amerikanischen Praxis darstellt und Richtlinien gibt für die in Deutschland zurzeit angestrebte Normung für die Dicke der Isolierhülle. — Über die in England in der letzten Zeit gemachten Erfahrungen an Hochspannungskabeln berichtet Hunter[10]), nach dessen Angabe der Bau von Dreifachkabeln für 50000 bis 60000 V keine Schwierigkeiten mehr bietet. Eine Übersicht über die modernen Anschauungen der Kabelfabrikation sowie einen kurzen Bericht über die Grundsätze der neuerdings verwendeten Fehlermeldesysteme gibt Savage[11]).

Eine der interessantesten Lösungen des Problems der Fehlermeldungen bietet das Kabelschutzsystem Pfannkuch[12]). Im Gegensatz zum sog. Differentialschutz werden hierbei keinerlei Hilfsleitungen benötigt, dagegen Kabel besonderer Bauart. Bei diesen sind die Drähte in der äußeren Lage der Kupferseele schwach gegeneinander isoliert. Die geradzahligen Drähte einerseits und die ungeradzahligen anderseits werden parallel geschaltet. Zwischen beiden Gruppen wird eine kleine Hilfsspannung angelegt. Bekommen nun die beiden Gruppen infolge eines Fehlers miteinander Schluß, so wird ein Relais zum Ansprechen gebracht. Der Vorteil des Systems besteht darin, daß es erst in Bildung begriffene Fehler anzuzeigen vermag (vgl. S 62).

In einem eingehenden Aufsatz gibt Capdeville[13]) die grundlegenden Formeln für den Betrieb von Einfachkabeln bei Wechselstrom, insbesondere diejenigen für Spannung- und Stromverlust im Bleimantel sowie für die Induktivität bei der Übertragung von Wechselstrom und Drehstrom. — Als Maß

für die dielektrischen Verluste in Kabeln bezeichnet del Mar[14]) das Produkt aus der Dielektrizitätskonstante ε und dem dielektrischen Leistungsfaktor $\cos \varphi$

$$K = \varepsilon \cos \varphi.$$

K läßt sich aus Wechselstrommessungen an Dreifachkabeln bestimmen. — Rennesson[15]) findet, daß bei gleichbleibender Temperatur und Frequenz für ein 10000-V-Kabel der Energieverlust im Dielektrikum zwischen 5000 und 10000 V proportional dem Quadrate der Spannung und von 10000 bis 15000 V gleich der 2,5fachen Potenz der Spannung wächst. Bei 30° C ist der Energieverlust angeblich ein Minimum. — Eingehend berichtet Weiset[16]) über Prüfung von Hochspannungskabeln mit Gleichstrom. Für die Versuche wurde die Schaltung von Delon verwendet. Die Einflüsse des Kontaktapparates und der ganzen Anordnung sowie die für die Zahlenwerte hauptsächlich in Betracht kommenden Spannungen wurden ermittelt. Als Ergebnis vergleichender Durchschlagsversuche bei Gleichstrom und Wechselstrom wurde festgestellt, daß die Gleichspannung etwa den 2,5fachen Betrag der Wechselspannung haben muß, um eine gleichwertige Beanspruchung des Dielektrikums zu ergeben. Ferner ergab sich, daß es auch bei ungünstigen Bedingungen praktisch möglich ist, mit Gleichstrom einen Kabelfehler so auszubrennen, daß die Fehlerbestimmung keine erheblichen Schwierigkeiten bietet.

Eine ausführliche Übersicht über die Maschinen für Kabelfabrikation gibt Trott[17]), einen Bericht über zweiteilige Kabelschutzsteine, ihre Kontruktion und Verlegung Schmidt[18]).

Leitungsdrähte. Die im Laufe des Krieges infolge des Mangels an Rohstoffen notwendig gewordenen Übergangsbestimmungen für isolierte Leitungen des VDE wurden allmählich abgebaut. Zinkleitungen sind mit Wirkung vom 1. Januar 1921 nicht mehr zulässig. Die Leitungen mit imprägnierter Papierisolierung — sog. KJC-Leitungen — gelten vom 1. April 1921, Leitungen ohne äußere Umflechtung — CG-Leitungen — vom 1. Januar 1921 ab nicht mehr als den Bestimmungen entsprechend[19]). Die vollständige Rückkehr zu den Normalien des Jahres 1914 zeigt, daß die damals aufgestellten Normen offenbar technisch richtige Grundlagen darstellen.

Isolierstoffe. Kennedy[20]) beschreibt Versuche an künstlicher Seide aus Azetylzellulose bestehend, die unbrennbar sein soll und in Form von Filmen oder Überzügen als Isoliermaterial verwendet wird. Auch auf die Verwendung von Cumaronharz als Isoliermaterial wird hingewiesen[21]). Souder und Hidnert[22]) berichten eingehend über Versuche betreffend die Ausdehnung von Isolierstoffen, die im Bureau of Standards ausgeführt sind. Die Ausdehnungskoeffizienten von Porzellan wurden mit $1{,}6 \cdot 10^{-6}$ und von Zelluloid mit $109 \cdot 10^{-6}$ ermittelt. Bakelit und ähnliche Kondensationsprodukte des Phenols haben die Eigenschaft, sich bei Temperaturen über 60° C zusammenzuziehen. Dieses Verhalten ist zweckmäßig für den Fall, daß Metallteile eingeformt sind, bringt dagegen Nachteile mit sich bei der Verwendung derartiger Isolierstoffe zu Meßinstrumenten.

[1]) G. A. Fritze, Mitt. AEG S 104. — [2]) L. Rosental, El. Anz. S 166. — [3]) ETZ S 821. — [4]) U. Meyer, ETZ S 170. — [5]) Fischinger, ETZ 1919 S 393. — [6]) ETZ S 253. — [7]) v. Steinwehr, Z. Instrk. S 115. — [8]) W. Wyßling, Bull. Schweiz. EV S 143. — [9]) El. World Bd 76, S 339. — [10]) P. Hunter, ETZ S 397. — [11]) H. Savage, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 10. — [12]) ETZ S 297. — [13]) P. Capdeville, Rev. Gén. El. Bd 8, S 177. — [14]) ETZ 1920 S 698. — [15]) G. Rennesson, Rev. Gén. El. Bd. 7, S 579. — El. Masch.-Bau S 507. — [16]) M. Weiset, ETZ S 48, 71. — [17]) K. Trott, Helios Fachz. S 217, 225, 233. — [18]) J. Schmidt, El. Anz. S 496, 499. — [19]) ETZ S 821. — [20]) R. W. Kennedy, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 836. — [21]) El. Masch.-Bau S 135. — [22]) W. H. Souder u. P. Hidnert, Rev. Gén. El. Bd 8, S 600.

Ausführung der Leitungen, Stromsicherungen, Installationsmaterial, Schaltanlagen und Schalter.

Von Oberingenieur Karl Hansen Bay.

Ausführung der Leitungen. Richter[1]) hat den chemischen und mechanischen Einfluß auf die Güte von Kontaktverbindungen untersucht. Aus dem mitgeteilten Resultate ist zu entnehmen, daß Würg- und Niet-Verbindungen aus Aluminium unzuverlässig sind. Die Praxis des Freileitungsbaues scheint jedoch dieses Resultat nicht zu bestätigen, da bisher Nachteiliges über solche sorgfältig ausgeführten Verbindungen nicht bekannt geworden ist. Grothe[2]) sucht die Durchhangsberechnungen von Freileitungen dadurch zu erleichtern, daß er die Grundgleichungen vereinfacht und die einzelnen konstanten Rechnungswerte in Tabellen übersichtlich zusammenstellt. Diese Berechnungsmethode ergänzt Ott[3]) durch Angabe von Fluchtlinientafeln. Mit besonderer Berücksichtigung der abnormalen Aufhängung von Leitungen an Stützpunkten größerer Höhenunterschiede entwickelt Bourseire[4]) die für die Durchhangsberechnung erforderlichen Gleichungen. — Zipser[5]) beschreibt eine neue Befestigungsklemme für Leitungen an Stützisolatoren. Die zweiteiligen Kabelschutzsysteme, ihre Konstruktion, Verwendung und Verlegung ist Gegenstand einer Abhandlung von Schmidt[6]), der an Hand vieler Abbildungen ausfürlich die Vor- und Nachteile der verschiedenen Systeme erläutert. — Edler[7]) behandelt ausführlich das Problem der Vereisung der Freileitungen. Er schlägt vor, systematische Feststellungen über die wirklich auftretenden Eislasten in Deutschland, Österreich und der Schweiz vorzunehmen. Es wird v. Higgins[8]) über das Abschmelzen von Eis an Hochspannungsleitungen berichtet. Die vereisten Leitungen werden nach Umschaltung mit Strom von den Unterspannungsschienen unter Kurzschluß erwärmt. Die Signalmeldung erfolgt durch ein Hochspannungssignalsystem. — Studien und Methoden zur Feststellung der Temperatur in der Umgebung der in der Erde oder in Kabelkanälen verlegten Kabel werden von Wilder[9]) beschrieben. Über eine Flußkreuzung mit 1524 m Spannweite werden einige interessante Angaben gemacht[10]).

Isolatoren. Peek[11]) behandelt in einem Aufsatz den gegenwärtigen und den künftigen Stand der Leitungsisolatoren. Er stellt fest, daß solche Isolatorentypen, die mit nicht aufgekitteten Armaturen versehen sind, oder durch Seile (Hewlett-Isolatoren) miteinander verbunden sind, sich in mehr als 10jährigem Betriebe bewährt haben. Der Einfluß einer verbesserten Spannungsverteilung an den Ketten wird unter den verschiedensten Verhältnissen, besonders bei Regen und Gewitter betrachtet. Aus einem Referat[12]) über einen weiteren Aufsatz von Peek ist zu entnehmen, daß eine Verbesserung der Spannungsverteilung an Isolatorenketten erst bei Spannungen über 110 kV erwünscht und durch Schirme oder Hörner zu erreichen ist, so daß auch bei Verwendung von Isolatoren mit kleinerer Kapazität mit einem einzigen Isolatortyp auszukommen ist. Der unterste Isolator einer geschirmten Kette für 220 kV ist weniger beansprucht als der gleiche Isolator einer unbeschirmten Kette für 110 kV. Ryan[13]) berichtet über Untersuchungen an Hochspannungsisolatoren. Hiernach wurden die meisten Fehler durch Temperaturwechsel hervorgerufen. Man wendet dem Hewlett-Isolator erneutes Interesse zu, es sei sehr wahrscheinlich, daß eine Rückkehr zum allgemeinen Gebrauch dieses Isolators zum Vorteil für die Dauerhaftigkeit der Hängeisolatoren sein wird. Des weiteren werden tabellarisch zusammengestellt die Prüfresultate an 767 Hängeisolatoren hinsichtlich der Widerstandsfähigkeit gegen Temperaturwechsel mitgeteilt[14]). Interessant ist hiernach die Feststellung, daß eine Firma mit el. schlecht konstruierten Kappenisolatoren aus dem Jahre 1907 bessere Resultate als mit solchen, die besser el. konstruiert sind, aber 1916 geliefert waren, erzielt hat. Das Kitten mit Zement ist demnach eine ziemlich unsichere Sache. — Aus einer umfangreichen Statistik über den Betrieb von mehr als 40 Zentralen werden

alle bemerkenswerten Erfahrungen mit Isolatoren mitgeteilt[15]). — Schwaiger[16]) berichtet über Spannungsverteilungsmessungen an Stützisolatoren, Boudouard[17]) über die chemische Untersuchung von Porzellanisolatoren verschiedener Fabrikate, Rosenthal und Singer[18]) über die Eigenschaften des Porzellans und über die Prüfmethode zur Bewertung der keramischen Massen. Demuth[19]) gibt einige Erfahrungen aus seiner Praxis mit der Prüfung von Porzellan unter Hinweis auf die Arbeiten von Rosenthal und Singer; über die von Peaslee besprochenen Eigenschaften des amerikanischen Porzellans wird referiert[20]) und das Mitgeteilte an Hand der vorgenannten Mitteilungen von Singer und Rosenthal kritisch beleuchtet. — Klingenberg[21]) behandelt in einem Aufsatz über das Kraftwerk Golpa auch die Frage der Kittung der Isolatoren. Zum Auffinden von defekten Kappen-Hängeisolatoren wird ein Apparat verwendet[22]), der aus einer Induktionsspule mit Funkenstrecke und Batterie besteht, auf einer Isolierstange montiert und mit zwei Metallstäben verbunden ist, die an die Armaturen der zu prüfenden Isolatoren gelegt werden. Der Isolator darf hierbei nicht unter Spannung stehen. In einem Monat wurden 44000 Isolatoren geprüft und 2087 als schadhaft herausgefunden. — Es werden ausführliche Versuche mit Glasisolatoren mitgeteilt[23]) und empfohlen, sie im praktischen Betriebe zu erproben. — Ein über die Theorie und Praxis im Bau von Freileitungsisolatoren handelnder Aufsatz von Gilchrest[24]) wird teilweise wiedergegeben, ein nach den angeführten Konstruktionsregeln entworfener Isolator ist abgebildet; leider sind seine el. Daten nicht angeführt. — Es werden interessante Angaben über eine neue Isolatorkonstruktion gemacht[25]). Statt Porzellan als Isolationsmaterial wird hierbei Schwefel mit einem Paraffinüberzug verwendet. Der Schwefel wird in eine Metallblechglocke gegossen, die äußerlich die gewöhnliche Isolatorenform hat; auch mit Basalt als Isolationsmaterial sind Untersuchungen angestellt, die nach Drin[26]) zu der Hoffnung berechtigen, daß dieses Material für Isolatoren Verwendung finden wird. Die Befestigung von Porzellanisolatoren auf eisernen Stützen mittels getränkter Papierscheiben quadratischer Form wird beschrieben[27]).

Stützpunkte. Mennicken[28]) gibt einen Beitrag zur Frage der Normalisierung der eisernen Gittermaste, Bürklin[29]) und Seidemann[30]) geben Formeln zur Berechnung der Durchbiegung der eisernen Gittermaste, Wahn[31]) die Ableitung der Formeln für die Berechnung von Ankern und Streben für Leitungsständer. Über die Fundierung der Eisenmaste in amerikanischen Anlagen wird referiert[32]). Kinberg[33]) schlägt vor, die Holzmaste nach Stockstärken statt nach Zopfstärken zu normalisieren, er gibt Formeln für deren Berechnung bei gegebener Belastung durch Leitungszug oder Winddruck. — Neumann[34]) gibt graphische Darstellungen zur Bestimmung der Abmessungen von hölzernen Masten, er empfiehlt Anwendung von Doppelmasten. — Nowotny[35]) berichtet unter Hinweis auf seine früheren Untersuchungen über die Flüssigkeitsaufnahme bei der Tränkung von Holzmasten, Boyer[36]) über amerikanische Erfahrungen mit der Imprägnierung der Holzmasten. Ein neues Verfahren, das sogenannte Kobra-Verfahren, Holzmaste in der gefährdeten Zone gegen Fäulnis zu schützen, und zwar durch Einpressen einer Konservierungsmasse mittels hohler Nadeln, die in das Holz eingetrieben werden, gibt Burghart[37]) bekannt. Es wäre sehr zu begrüßen, wenn dieses Verfahren sich bewährte. Vernholes[38]) beschreibt eine neue Mastfußkonstruktion unter Verwendung von Eisenbeton. Auch Schmidt[39]) behandelt ausführlich die Frage der Imprägnierung der Holzmasten unter besonderer Berücksichtigung der Sparverfahren, ferner die verschiedenen Ausführungsformen von Mastfüßen.

Stromsicherungen. Höpp[40]) beschreibt die Wirkungsweise eines thermischen Überstromrelais, das sehr zuverlässig den zu schützenden Anlageteil abschaltet, wenn die zugelassene Temperatur erreicht ist. Bei Verwendung dieses Relais ist die Ausnutzung der geschützten Anlageteile eine weit höhere als durch gewöhnliche Sicherungen. Es ist zu hoffen, daß bald der größeren Betriebsvorteile wegen alle größeren Apparate durch solche Relais statt durch Sicherungen ge-

schützt werden. — Kästner[41]) beschreibt an Hand von Abbildungen eine einfache Motorschutzvorrichtung, die in Tätigkeit tritt, wenn der Motor dauernd um mehr als 30 oder 40% überlastet wird. Durch eine Heizspirale wird eine unter Federdruck stehende Lötstelle soweit erhitzt, daß das Lot schmilzt, wenn der Strom durch die Lötstelle ein bestimmtes Maß überschreitet.

Installationsmaterial. In Abbildungen wird eine neue Form von Verteilungstafeln aus gepreßtem Material gezeigt[42]). — Über den Entwurf von el. Leitungsinstallationen in Schiffen berichtet Wordingham[43]). — Ein Klemmkabelschuh, besonders dadurch gekennzeichnet, daß man bequem die Preßschrauben anziehen kann, wenn auch mehrere Anschlüsse dicht nebeneinander montiert sind, wird von Goldhan[44]) beschrieben.

Schaltanlagen. Probst[45]) berichtet über eines der wichtigsten Gebiete der Schaltanlagen, nämlich der Meß- und Betätigungsleitungen, und macht hierüber wertvolle Mitteilungen. — Die Berechnung der in Schaltern und Sammelschienen auftretenden Kräfte ist Gegenstand eines Aufsatzes von Jolley[46]). — An Hand von Skizzen wird eine einfache Transformatorenstation beschrieben[47]). Besonders bemerkenswert ist die eigenartige Ausführung der Sicherungen in Verbindung mit einer Unterbrechungsvorrichtung. — Die Schaltanlage der Zentrale Golpa für 80/110 kVA wird von Probst[48]) beschrieben.

Schalter. Coates[49]) behandelt die grundlegenden Bedingungen für die modernen Ölschalter unter Hinweis auf die britischen Vorschriften. — Jamieson[50]) macht aufmerksam auf die Bedeutung der Ölschalter in kleineren Stationen, die an größeren Netzen liegen. — Die Vorgänge beim Schalten unter Öl und die Möglichkeit der Typisierung der Apparate wird von Charpentier[51]) behandelt (vgl. JB 1919, S. 63); er[52]) beschreibt auch die Arbeitsweise eines Ölschalters mit Explosionskammern, deren Anordnung an sich die gleiche ist, wie bei den AEG-Schaltern. — Biermanns[53]) berichtet über die theoretischen und experimentellen Untersuchungen an Hochleistungsschaltern. — Höpp[54]) entwickelt eine Methode zur Bestimmung des Kontaktwiderstandes und gibt die Widerstandskurven für verschiedene Kontaktformen, erörtert weiter an Hand von Oxydationsmessungen die Gesichtspunkte für die Berechnung der Schalterkontakte und gibt Berechnungsformeln hierfür[55]); er weist besonders auf die Wichtigkeit der Schmierung der Kontakte hin. — Burstyn[56]) berichtet über lichtbogenfreie Unterbrechung elektrischer Ströme, Höpp[57]) gibt eine Theorie zur Konstruktion von lichtbogenfreien Schaltern. — Ein eigenartiger Schalter von Blom & Voß[58]) wird beschrieben; er dient dazu, einen bestimmten Stromkreis auf verschiedene nicht parallellaufende Dynamos ohne Unterbrechung zu schalten. Ein Fernleitungsschalter für 140 kV, der zur Abschaltung einer 557 km langen Fernleitungsstrecke dienen soll und sich bisher bis 100 kV Spannung bewährt hat, wird beschrieben[59]).

[1]) R. Richter, ETZ S 345, 368, 386, 409, 433, 448. — [2]) W. Grothe, ETZ S 311. — [3]) H. Ott, ETZ S 539. — [4]) M. Bourseire, Rev. Gén. El. Bd 8, S 638. — [5]) R. Zipser, ETZ S 591. — [6]) J. Schmidt, El. Anz. S 623, 629, 651, 663. — [7]) R. Edler, Bull. Schweiz. EV S 207. — [8]) N. B. Higgins, El. World Bd 75, S 216. — [9]) W. S. Wilder, El. World Bd 75, S 14. — [10]) El. World Bd 75, S 1215. — [11]) F. W. Peek, El. World Bd 75, S 209. — [12]) ETZ S 1038. — [13]) H. J. Ryan, El. World Bd 75, S 254. — [14]) Ryan, ETZ S 696. — [15]) El. World Bd 75, S 597, 673. — [16]) A. Schwaiger, ETZ S 845. — [17]) A. Boudouard, Rev. Gén. El. Bd 7, S 691. — [18]) E. Rosenthal u. F. Singer, ETZ S 705. — [19]) W. Demuth, ETZ S 891. — [20]) ETZ S 734. — [21]) Klingenberg, ETZ S 632, 650. — [22]) El. World Bd 74, S 1012. — [23]) Bull. Schweiz. EV S 66. — [24]) ETZ S 917. — [25]) ETZ S 219. — [26]) L. Drin, Rev. Gén. El. Bd 8, S 542. — [27]) El. Anz. S 104. — [28]) N. Mennicken, ETZ S 331. — [29]) Bürklin, ETZ S 252. — [30]) L. Seidemann, ETZ S 1029. — [31]) R. Wahn, ETZ S 1004. — [32]) ETZ S 278. — [33]) W. Kinberg, El. Masch.-Bau S 25. — [34]) P. Neumann, ETZ S 405. — [35]) R. Nowotny, El. Masch.-Bau S 249. — [36]) L. Boyer, Rev. Gén. El. Bd 8, S 691. — [37]) O. Burghart, EW S 161, 175. — [38]) A. Vernholes, Rev. Gén. El. Bd 8, S 635. — [39]) J. Schmidt, El. Anz. S 289, 295,

319, 323, 339, 345. — [40]) W. Höpp, Mitt. AEG S 101. — [41]) F. Kästner, Mitt. AEG 1919, S 53. — [42]) ETZ S 986. — [43]) C. H. Wordingham, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 248. — [44]) M. Goldhan, El. Anz. S 126. — [45]) H. Probst, ETZ S 85. — [46]) L. B. W. Jolley, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 646, 676. — [47]) El. World Bd 74, S 1114. — [48]) H. Probst, ETZ S 687. — [49]) W. A. Coates, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 17. — ETZ S 1010. — [50]) B. G. Jamieson, El. World Bd 75, S 135. — [51]) P. Charpentier, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 668. — [52]) P. Charpentier, Rev. Gén. El. Bd 8, S 211. — [53]) J. Biermanns, ETZ 1920, S 325. — [54]) W. Höpp, ETZ S 910. — [55]) W. Höpp, ETZ S 205, 232. — [56]) W. Burstyn, ETZ S 503. — [57]) W. Höpp, ETZ S 748. — [58]) ETZ S 916. — [59]) El. World Bd 75, S 421.

Überspannungen, Störungen, Gefahren, Korona.

Von Prof. Dr.-Ing. W. Petersen.

Überspannungen. Das Jahr 1920 schließt mit dem Abdruck von Vorträgen Schrottkes[1]), Monaths[2]) und Petersens[3]) über das unerschöpfliche Thema des Überstrom- und Überspannungsschutzes, welche alle die in den letzten Jahren rasch fortschreitende Klärung auf dem Gebiete der Überspannungen zum Ausdruck bringen. An Stelle des heftigen Widerstreites der Meinungen von früher ist eine weitgehende Übereinstimmung getreten. Der Überspannungsschutz einer Anlage von heute zeichnet sich durch große Einfachheit aus. Zum Schutz gegen Schaltüberspannungen dienen Schutzschalter; gegen atmosphärische Störungen wird der Sprungwellenschutz in Form von Drosselspulen oder ihrer Verbindung mit Kondensatoren verwendet. Die Erdschlußsicherung übernimmt die Erdschlußspule und ihre Spielarten oder Hörnerableiter. Meinungsunterschiede bestehen im Grunde genommen nur über die Spannungsgrenze, oberhalb deren der Hörnerableiter an Bedeutung verliert und über die Größe etwaiger Schutzkapazitäten. Eine wesentliche Voraussetzung für die Überspannungssicherheit ist der gute Überstromschutz, die einfache, durchsichtige Schaltanlage und ein hoher Sicherheitsgrad aller Maschinen und Apparate.

An den Vortrag von Schrottke knüpfte sich eine lebhafte Diskussion über die Erdschlußspule. Da es sich hierbei vorzugsweise um Patentfragen handelt, ist die Zeit für eine wissenschaftlich klare Beantwortung dieser Fragen noch nicht reif.

Im Vortrag von Schrottke wird das technisch ebenso bemerkenswerte wie wichtige Verfahren der gegenläufigen Zeitstaffelung zum Überstromschutz von Ringnetzen nach dem Vorschlage von Bauch beschrieben.

Über die Schutzeinrichtungen im Großkraftwerk Golpa, die nach den oben erwähnten Gesichtspunkten erfolgt ist, berichtet Klingenberg[4]), während Alm[5]) die der 100 kV-Kraftübertragung Untra—Stockholm beschreibt. Der Aufsatz von Alm skizziert außerdem mit entsprechender theoretischer Begründung die schwedische Praxis.

Aus einer zusammenfassenden Arbeit von Damien[6]) greifen wir den Hinweis auf die durch die Eisenoberwellen möglichen Schwierigkeiten heraus. Auch unsere Praxis schenkt dieser Frage die größte Beachtung. Die Vermeidung zu hoher Eisensättigungen in Transformatoren und die Verwendung der Dreieck-Sternschaltung führen auf natürlichem Weg zur Kleinhaltung der Eisenoberwellen.

Ein bemerkenswerter Aufsatz von Boucherot[7]) beschäftigt sich mit den in Kabelnetzen durch hohe Erdschlußströme verursachten Resonanzüberspannungen. Die vom Erdschlußstrom durchflossenen eisenbewehrten Kabelstrecken stellen die Induktivität des Resonanzkreises dar, in dem »Kippüberspannungen« möglich sind, da sich das nur in einer Phase stromführende Kabel ähnlich wie eine Drosselspule mit eisengeschlossenem Kern verhält. Boucherot empfiehlt eine häufige Erdung der Bleimäntel oder Parallelleiter (außerhalb der Bewehrung). Nach der Ansicht des Berichters ist die einfachste Lösung die Unterdrückung des Erdschlußstromes. Vgl. auch ETZ 1916, S 129.

Eine neue Form des Hörnerableiters beschreibt Bennet[8]). Die in das Wasser eines weiten als Wasserwiderstand dienenden Rohres eintauchende stiftförmige

Elektrode wird von einem verhältnismäßig engen, nach oben abgeschlossenen wassergefüllten Glas- oder Porzellanrohr umhüllt. Nach dem Ansprechen des Ableiters erfolgt eine heftige Verdampfung des Wassers in dem engen Rohr; die Wassersäule wird nach unten getrieben und der Lichtbogen in der Dampfatmosphäre rasch unterbrochen. Der Dampf kondensiert in kurzer Zeit, das Rohr füllt sich wieder und der Widerstand ist von neuem betriebsbereit. — Hayet[9]) weist mit Recht darauf hin, daß die meisten durch Hörnerableiter verursachten Störungen von der mangelhaften Konstruktion der Widerstände und ihrer Bemessung herrühren. Er gibt zahlreiche praktische Hinweise und Tabellen für die Widerstände.

Gefahren, Erdung. In einem sehr lesenswerten Aufsatze von Zipp[10]) werden die Spannungsgefahren in der Umgebung stromdurchflossener Erdungen erläutert, die Bedeutung des Ausbreitungswiderstandes und der Spannungsverteilung in der Nähe der Erdungen klargelegt und insbesondere auf den Erdschlußstrom als Gefahrbringer hingewiesen. Durch Parallelschaltung vieler Erdungen — deren erschreckend hoher durchschnittlicher Wert von 30 Ohm (nach Zipp) eher zu niedrig als zu hoch angegeben ist — mit Hilfe des Blitzseiles, durch Verbesserung der Art der Erdung, insbesondere durch die Oberflächenerdung lassen sich die in vielen Netzen unhaltbaren Zustände verbessern.

Irrströme. In dem zweiten von Zangger erstatteten Bericht des S. E. V.[11]) über die Korrosionsverhältnisse bei elektrischen Bahnen wird wertvolles Material veröffentlicht. Meß- und Beobachtungsmethoden und die mit ihnen gesammelten Erfahrungen, die Messungen an fünf großen Schweizerischen Eisenbahnnetzen wiedergegeben. Der Bericht bietet für jeden auf diesem Gebiet tätigen Ingenieur eine Fülle des Wissenswerten. Auch Michalke[12]) bereichert uns wieder durch eine Reihe von Arbeiten. Schließlich wäre noch Girousse[13]) zu nennen, der bemerkenswerte Beiträge zur Frage der Streuströme gibt.

Korona. Nagel[14]) erhöht oder ermöglicht die ventilartige Schutzwirkung, die ein glimmender Leiter bietet, durch Verwendung von Leitern, die mit Stacheln besetzt sind, und die nach seinem Vorschlag auf eine Länge von mehreren 100 m vor Kraft- und Unterwerken eingebaut werden. Eine Reihe von Verlustmessungen an Stacheldrähten und Versuchsergebnissen ergänzen die eingehenden Betrachtungen Nagels.

1) Schrottke, ETZ S 827, 848, 989, 1016. — 2) Monath, ETZ S 675. — 3) Petersen, Mitt. Ver. EW. S 275. — 4) Klingenberg, ETZ S 611 (VII). — 5) Alm, El. World Bd 76, S 277, 377. — 6) Damien, Rev. Gén. El. Bd 7, S 293. — 7) Boucherot, Rev. Gén. El. Bd 7, S 675. — 8) Bennet, El. World Bd 75, S 365. — 9) Hayet, Rev. Gén. El. Bd 7, S 657. — 10) Zipp, Mitt. Ver. EW. S 108. — 11) Bull. Schweiz. EV 1920 S 251, 283. — 12) Michalke, Dingl. Bd 335, S 192, 205, 220, 228, 249. — 13) Girousse, Rev. Gén. El. Bd 7, S 404, 423; Bd 8, S 840. — 14) Lagel, Arch. El. Bd 8, S 335.

IV. Kraftwerke und Verteilungsanlagen.

Stromversorgung. Von Dr.-Ing. Gustav Siegel, Berlin. — Kraftquellen. Einrichtungen des Elektrizitätswerks. Von Eugen Eichel, beratendem Ingenieur, Berlin. — Ausgeführte Anlagen. Von Oberingenieur Johannes Sessinghaus, Berlin.

Stromversorgung.

Von Dr.-Ing. Gustav Siegel.

Energiewirtschaft. Die Lage der Elektrizitätsversorgung in der ganzen Welt ist gekennzeichnet durch eine stetige Steigerung der Nachfrage, deren Befriedigung jedoch teils durch Mangel an Betriebsstoffen, teils durch die Einschränkung

der Bautätigkeit infolge der Teuerung, teils durch das Fehlen einer geeigneten Organisation behindert wird, und doch ist die Elektrisierung unserer Wirtschaft notwendiger wie je, wie Hacker[1]) in einem kurzen Bericht treffend ausführt.

Die Kohlennot ist die ständige Klage aller deutschen Elektrizitätswerke; sie findet in allen Berichten über die allgemeine Lage ihren Niederschlag.

Für die zweckmäßige Gestaltung der Kraft- und Wärmewirtschaft sind in Württemberg geeignete Richtlinien aufgestellt worden[2]). Zur Durchführung einer zweckmäßigen Wärme- und Energiewirtschaft in der Industrie empfiehlt Kreyssig[3]) die Einrichtung von Selbstverwaltungskörpern und gibt hierfür Richtlinien an. — In einem Aufsatz von Gercke[4]) über die Abwärmeverwertung bei Dampfkraftwerken wird die künstliche Vortrocknung wasserhaltiger Brennstoffe, Kohlenstaubfeuerung, Torfverwertung und restlose Vergasung behandelt und Möglichkeiten zur Verbesserung von Betriebsmitteln zum Zwecke der Wärmeersparnis besprochen.

Auch die Verbindung von Heizung und Kraftverteilung wird empfohlen, und zwar nicht bloß durch Verwendung der Abwärme bzw. von Zwischendampf von Elektrizitätswerken zur Speisung von Heizungsanlagen[5]), sondern auch unter unmittelbarem Ausbau von Zentralheizungsanlagen zu Kraftanlagen, so z. B. von Steinmetz[6]) in einem Vortrag über Amerikas Energievorräte. — Die erstere Art der Abwärmeverwertung empfiehlt Wilkinson[7]) unter gleichzeitiger Mahnung zur Verbesserung der Verbrennungskraftmaschinen, von deren Entwicklung und ausgedehnter Anwendung mehr Kohlenersparnisse zu erwarten seien als von der Errichtung von Riesenkraftwerken. Wie er sprechen sich auch Jockel[8]) und Brownlie[9]) aus; dieser empfiehlt Verbesserung der Dampferzeugung, Ausbau von Wasserkräften und Tieftemperaturdestillation. Diesen Ansichten gegenüber wird die Überlegenheit der Großkraftwerke durch Zahlenangaben von Robertson[10]) nachgewiesen. Auch Lacombe[11]) fordert, um dem Anwachsen der Gütererzeugung einerseits und dem Mangel an Kraft anderseits zu begegnen, sofortige Entwicklung großer Kraftwerke und die Stillegung kleiner Dampfanlagen. Ebenso weist Carlier[12]) für Belgien nach, daß bei der Erzeugung der gesamten el. Arbeit einschließlich des Bedarfes der Eisenbahnen durch drei Großkraftwerke gegenüber dem jetzigen Zustand eine Ersparnis von rd. 5,6 Millionen Frs. allein an Kohle jährlich zu erzielen sei; die Grundlinien eines solchen Projektes werden von Courtoy[13]) entwickelt. Selbst in einem so kohlenreichen Lande wie England wird dauernd und eindringlich auf die Schonung der Kohlenschätze hingewiesen. Ratschläge zur Verbesserung der Wärmewirtschaft gibt auch Taylor[14]).

Neben der Kohlennot hat die ungeheuere Steigerung der Anlagekosten die Elektrizitätswerke in ihrer Entwicklung behindert. Die Unternehmer mußten vielfach einen Teil der Anlagekosten von den Verbrauchern als verlorene Beiträge aufbringen lassen[15]). Die hierbei einzuschlagenden Wege erläutert Schmidt-Gröbers[16]) und gibt ein Muster eines entsprechenden Vertrages und einer Gemeinde-Beitragsordnung. Die Aufbringung der Beiträge und ihre Verteilung innerhalb der Gemeinden durch Elektrizitäts- oder Verbrauchsgenossenschaften bespricht Heumann[17]). Um die Kosten für die Neuaufstellung von Transformatoren zu vermindern bzw. auf breiterer Grundlage zu verteilen, schlägt Osten[18]) vor, eine Mietgebühr zu erheben. Zur Verminderung der Anlagekosten empfiehlt Grams[19]) zur Kraftversorgung kleinerer Dörfer und einzelner Gehöfte einphasigen Anschluß. Die hohen Leitungskosten veranlassen die Interessenten, hier und da wiederum auf eigene Anlagen zurückzugreifen. Derartige neuzeitliche el. Kleinkraftwerke beschreibt Wintermeyer[20]).

Gemeinwirtschaft. Mehr denn je wird die Gestaltung der Elektrizitätsversorgung durch öffentliche Gewalten beeinflußt. In Deutschland ist das »Gesetz betreffend die Sozialisierung der Elektrizitätswirtschaft«[21]), von dem bereits zwei erläuterte Ausgaben vorliegen[22]), vom Reichstag angenommen worden (s. auch J B 1919, S 16, 21, 22 auch JB 1920, S 15). Die Mahnrufe namhafter Fachmänner, wie Breul[23]), und großer Unternehmungen, wie des Rheinisch-

Westfälischen Elektrizitätswerks[24]) sind ebenso ungehört geblieben, wie die Vorschläge der Sachverständigen, die früher von dem mitder Beratung des Gesetzes betrauten Ausschuß der Nationalversammlung befragt wurden. Aus dem Kreise dieser Sachverständigen veröffentlicht nachträglich Köpchen[25]) sein Gutachten, in dem er zunächst untersucht, auf welche Entfernungen el. Arbeit wirtschaftlich übertragen werden kann; hieraus wird der technische und wirtschaftliche Einheitskörper der Elektrizitätsversorgung abgeleitet, auf dem die Elektrizitätswirtschaft von unten aus aufzubauen ist. — Allenthalben kehren nun die Klagen und Befürchtungen über die durch das Gesetz geschaffenen Hemmungen und Schädigungen wieder; der Regierung wird der vernichtende Vorwurf nicht erspart[26]), sie habe die deutschen Gemeinden damit auf das schwerste geschädigt und der deutschen Industrie Hemmungen schwerster Art in den Weg gelegt. Auch in den Berichten über die Beschäftigung in der Elektroindustrie finden sich wiederholt Hinweise über die durch das Gesetz hervorgerufene Zurückhaltung der Aufträge (s. S. 21). In einem Bericht über die Kohlenwirtschaft[27]) wird auf ein Urteil der Gesellschaft für el. Unternehmungen hingewiesen, das als schwerste Nachteile die Zerreißung von Erzeugung und Verteilung und die durch das Gesetz geschaffene Ungewißheit für den Unternehmer bezeichnet und mit den Worten schließt: »So verhindert dieses Gesetz geradezu Ersparnisse an Kohlen und wird zur schwersten wirtschaftlichen Gefahr für die Allgemeinheit«. Ähnlich äußert sich die Licht- und Kraftanlagen-A.-G.[28]). In kritischen Bemerkungen weist Pietzsch[29]) auf die Lücken und Unklarheiten und die besonderen Härten der Übernahmebedingungen hin. Daß dieses Gesetz jede Unternehmungslust schwinden lasse und damit die elektrotechnische Industrie aufs schwerste schädige, betont Henrich[30]) in seinem schon erwähnten Vortrag (S. 21). — Siegel[31]) weist im einzelnen nach, daß die Lösung der wesentlichsten Aufgaben der Elektrizitätsversorgung: Erweiterung und Erneuerung der Anlagen, Ausgestaltung der Feuerungseinrichtungen, Verbesserung des Leistungsfaktors, Planung von Großkraftwerken und Verbindung der bestehenden Werke, Anpassung der Verkaufspreise an die veränderten Wirtschaftsverhältnisse, Regelung der Abschreibungspolitik, durch das Gesetz behindert und gefährdet ist und stellt Richtlinien für eine Neugestaltung der gesetzlichen Regelung auf.

Die Bearbeitung der Elektrizitätswirtschaft des Reiches wird einstweilen vom Reichsschatzministerium übernommen; sie begann[32]) im Jahre 1917 mit der Übernahme der Aktien der Elektrowerke, der Eigentümerin des Großkraftwerkes in Golpa. Für den Bau und Betrieb von Hochspannungsleitungen hat das Reich dann die Gesellschaft für Kraftübertragung m. b. H. gegründet. Ende 1919 ging die Kraftzentrale des Aluminiumwerkes Lauta sowie das Unternehmen der Niederlausitzer Kraftwerke A.-G. an eine neue Reichsgesellschaft, die Mitteldeutschen Kraftwerke A.-G., über. Das Reich beteiligte sich ferner maßgeblich an der Aktiengesellschaft Ostpreußische Kraftwerke mit der Verteilungsgesellschaft Überlandzentrale Ostpreußen[33]). Gegen die hierbei in Aussicht genommene Politik werden von Hartig[34]) gewichtige Einwände erhoben.

Alle die genannten Unternehmungen stehen mit dem Sozialisierungsgesetz nur insofern in Zusammenhang, als sich das Reich den größten Teil der Kapitalien zur Beteiligung auf Grund des Gesetzes beschaffte. Eine unmittelbare Betätigung des Reiches ist noch nicht in Erscheinung getreten; es wurde lediglich der in dem Gesetz vorgesehene Beirat berufen[35]), um über die weitere gesetzliche Regelung, insbesondere die Bildung der Elektrizitätswirtschaftsbezirke, zu beraten[36]). Hierfür werden von sächsischer Seite durch Kreyßig[37]) weitgehende Ansprüche angemeldet, denen Siegel[38]) widerspricht.

Gleichsam eine Vorwegnahme der im Gesetz vorgesehenen Organisation stellt die Gründung des Kommunalen Elektrizitätswerks-Verbandes Westfalen-Rheinland G. m. b. H. dar[39]), der die Versorgungsbezirke einer großen Zahl bestehender Unternehmungen in einem zusammenhängenden Ge-

biete umfaßt, mit dem Ziel gegenseitiger Aushilfe, Ausbau geeigneter Wasserkräfte, Sicherstellung genügender Brennstoffmengen. Letzteres ist auch der Zweck der Betriebsgemeinschaft des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes mit der Aktiengesellschaft Roddergrube[40]).

Eine zusammenfassende Darstellung über die Organisation der Elektrizitätswirtschaft in Bayern gibt Obpacher[41]).

Die Frage der Kommunalisierung hat zwar den Fachvereinigungen, Sonderkommissionen, Parlamentsausschüssen usw. Gelegenheit zu ausgedehnten Erörterungen gegeben, doch fanden alle diese Beratungen vertraulich statt, so daß diese wichtige Frage ihren Niederschlag in der öffentlichen Literatur nur spärlich gefunden hat. Die Frage, ob die Kommunalisierung die Betriebe zu einer Wirtschaft von bestem Wirkungsgrade machen würde, wird von Majerczik[42]) verneint.

Auch in anderen Ländern ist über die Beteiligung des Staates an der Elektrizitätsversorgung manches unternommen und noch mehr verhandelt worden. Einen Überblick über die Elektrizitätsgesetzgebung verschiedener Länder im Jahre 1919 gibt Siegel[43]). Inzwischen ist die Entwicklung weiter fortgeschritten. Über den Stand verschiedener Organisationsfragen in der Elektrizitätsversorgung Englands berichtet Bencke[44]). Dort ist man an die Ausführung des Gesetzes (The Electricity Supply Act 1919)[45]), von dem eine von W. S. Kennedy[46]) kommentierte Ausgabe vorliegt, herangegangen. Die fünf als oberste Elektrizitätsbehörde wirkenden Elektrizitätskommissare[47]) haben bereits einen ausführlichen Bericht über ihre bisherige Tätigkeit veröffentlicht[48]). Sie haben verschiedene Versorgungsbezirke abgegrenzt[49]), so daß Vorschläge über die Errichtung und die Organisation der im Gesetz vorgesehenen Bezirksverbände ausgearbeitet werden können. Ein ausführlicher Vorschlag liegt für den Bezirk Groß-London vor[50]), ferner für den Severn-Bezirk[51]). Es ist selbstverständlich, daß das englische Gesetz auf verschiedenen Seiten Wünsche offen läßt; so verlangt z. B. Munro[52]) in einem Aufsatz über die Nationalisierung der Elektrizitätswirtschaft eine Vorherrschaft der Kommunalunternehmungen. Einen Vergleich des englischen Gesetzes mit dem deutschen und österreichischen gibt Schreiber[53]). — In Frankreich ist die Gesetzgebung dahin erweitert worden, daß der Staat sich an der Erbauung von Hochspannungsnetzen beteiligen kann[54]). Auf Grund dieser Bestimmungen ist die Erbauung eines solchen Netzes in den zerstörten Gebieten in Angriff genommen worden[55]). — In Spanien sind die staatlichen Bestrebungen auf die Errichtung eines umfassenden Verteilungsnetzes gerichtet[56]); eine ständige Elektrizitätskommission hat eine Anzahl Richtlinien über die Erbauung und den Betrieb des Netzes aufgestellt, wie Schmid[57]) berichtet. Den Unternehmungen wird die Pflicht der Stromabgabe an jedermann auferlegt und die Preisstellung wird behördlich überwacht[58]). — Italien gewährt für die Errichtung von Wasserkraftanlagen und Hochspannungsfernleitungen Beihilfen[59]). — In Österreich sucht man nach einem Bericht von Siegel[60]) die Organisation der Elektrizitätswirtschaft unter staatlicher Mitwirkung auf Grund zweier Gesetzentwürfe zu regeln, von denen das eine das Genehmigungsverfahren ordnet, das andere die Bildung gemeinwirtschaftlicher Unternehmungen unter Beteiligung des Staates vorsieht[61]). Das Wasserkraft- und Elektrizitätswirtschaftsamt gibt einen Bericht über die Energiewirtschaft, und zwar über die Energiequellen, den Energiebedarf, den augenblicklichen Stand der Elektrifizierungsaktion und die Einwirkung des Ausbaues der Wasserkräfte auf den Kohlenverbrauch Österreichs[62]). Weiterhin ist von der Regierung ein Programm für die Elektrisierung von Staatsbahnstrecken unter Ausnutzung von Wasserkräften entworfen worden. Eine Beteiligung des Auslandes hieran wird erwartet, steht zurzeit jedoch nicht in Aussicht[63]). Wie weit das Elektrizitätswesen in der neuen Bundesverfassung Deutschösterreichs berücksichtigt ist, erörtert Kunze[64]). — In der Tschechoslowakei wurde ein Gesetz über die staatliche Unterstützung bei der systematischen Elektrifizierung erlassen[65]), das eine staatliche Beteiligung an allen Unternehmungen vorsieht; das Gesetz wird von Schrei-

ber[66]) besprochen. Weiterhin hat der auf Grund des Gesetzes bestellte Elektrizitätsbeirat Richtlinien für die Ausnutzung natürlicher Energiequellen beschlossen und veröffentlicht[67]). — In Ungarn wird vorgeschlagen, staatliche Genehmigung für die Errichtung und den Betrieb von Elektrizitätsunternehmungen einzuführen und den Übergang in die öffentliche Hand auf dem Wege des Heimfalles zu bewerkstelligen[68]). Über den Inhalt des Entwurfes berichtet im einzelnen Stark[69]). — In Polen hat sich ein elektrotechnischer Beirat beim Handelsministerium gebildet, der sich mit der Ausarbeitung eines Planes für die allgemeine Elektrisierung des Landes und mit der Aufstellung eines Elektrisierungsstatuts befaßt[70]). — Der Freistaat Danzig hat die Überführung aller in seinem Gebiet befindlichen Kraftwerke in seinen Besitz durch Gesetz beschlossen[71]). — In Südschweden ist die Elektrizitätsversorgung nach einem Bericht von Halden[72]) zwar nicht durch Gesetz, wohl aber auf Empfehlung des Staates durch Zusammenschluß zweier größerer Gesellschaften unter weitgehender Beteiligung der Gemeinden geregelt worden. — In den Niederlanden werden die Erörterungen über einen Zusammenschluß der Elektrizitätsversorgung durch ein einheitliches Netz unter staatlicher Beteiligung fortgesetzt[73]). — In Finnland liegen Vorschläge zum Ausbau größerer Wasserkräfte und ihrer Verbindung durch ein Hochspannungsnetz vor. Die Bearbeitung soll nach einem Bericht von Erbe[74]) vom Staate übernommen werden. — Die Elektrizitätspolitik der Schweiz erstrebt lediglich einen Zusammenschluß der großen Erzeugerwerke und vorteilhafteste Ausnutzung der Wasserkräfte; zu diesem Zweck hat sich eine Anzahl der größten Schweizer Elektrizitätsunternehmungen, in denen die kommunale und kantonale Beteiligung überwiegt, zu einer Schweizer Kraftübertragungs-A.-G. zusammengeschlossen, der man den bezeichnenden Namen Eidgenössische Sammelschiene beigelegt hat[75]). Die Wirtschaftspolitik und das Ausbauprogramm dieser Organisation, namentlich auch in Hinsicht auf die Ausfuhr el. Energie, wird von der Schweizer Fachwelt eingehend diskutiert[76]). Es wird vielfach der Wunsch geäußert, die gesamte erzeugte Energie dem Lande selbst zugute kommen zu lassen, statt namhafte Mengen auszuführen. Über die gesetzliche Regelung dieser Frage und die hierbei zu beachtenden Gesichtspunkte, namentlich auch über die Möglichkeit der Verwendung der Abfallenergie, äußert sich Mißlin[77]); in einem von ihm angeführten Bericht weist der Bundesrat darauf hin, daß aus rechtlichen und wirtschaftlichen Gründen die Ausfuhr der el. Arbeit nicht verhindert werden dürfe; man würde sich sonst in Gegensatz stellen zu einem der Zwecke, die die Gründung der Schweizerischen Kraftübertragungs-A.-G. veranlaßt haben, nämlich den vorteilhaftesten Verkauf der überschüssigen Energie an das Ausland[78]), und würde die geplante Leitungsverbindung zwischen Schweiz und Frankreich unmöglich machen[79]). Inwieweit übrigens bei den Schweizer Wasserkraftwerken von Abfallenergie gesprochen werden kann, untersucht Kummer[80]). — Auch in den Vereinigten Staaten beginnt man, die Frage der Krafterzeugung und -verteilung von Staats wegen zu studieren[81]). Ein gigantisches Projekt über die Zusammenfassung der Elektrizitätserzeugung an der Nordostatlantischen Küste wurde erörtert[82]). Um die großen Kapitalbedürfnisse der gemeinnützigen Unternehmungen sicher zu befriedigen, schlägt Edgerton[83]) vor, die Tarife so zu bemessen, daß der Kapitaldienst unbedingt gesichert ist, bessere Erträgnisse auch den Verbrauchern zugute kommen zu lassen, einen Dividendenreservefonds zu schaffen und eine Zusammenarbeit der Gesellschaften auf finanziellem Gebiet herbeizuführen.

Wirtschaftliche Stromerzeugung. Die Not der Zeit verlangt gebieterisch alle Maßnahmen, die auf eine Verbilligung der Betriebs- und Anlagekosten hinzielen. Hierüber verbreitet sich sehr eingehend Klingenberg[84]) in einem Vortrag. Es werden zunächst Maßnahmen zur Verringerung der Wärmeverluste bzw. Verwertung der Abwärmemengen zur Vorwärmung des Speisewassers und der Verbrennungsluft besprochen. Größere Vorteile verspricht sich der Verfasser von der Steigerung des Dampfdruckes; er verlangt ferner weitere Mechanisierung des Betriebes und sicherere Konstruktion, selbst auf Kosten des

Wirkungsgrades, richtige Handhabung der Feuerung, wobei auf die Kohlenstaubfeuerung hingewiesen wird, und bessere Durcharbeitung der Aschenabfuhr. Zur Verminderung der Anlagekosten wird zweckmäßigere Ausgestaltung der Kesselvorwärmer und Rohrleitung empfohlen. Von der Verkuppelung benachbarter Kraftwerke erwartet er — trotz der Einwände von anderer Seite — durch Verbesserung des Ausnutzungs- und Belastungsfaktors wärmetechnische Ersparnisse und Verminderung der Reserveanlagen. Bezüglich der Gewinnung der Nebenprodukte aus den Kohlen und deren Entgasung warnt er vor zu großen Hoffnungen, weist auf die Mängel der heutigen Gasgeneratoren hin und hält die auf die Ausbildung der Gasturbine gerichteten Bestrebungen für aussichtsvoller. Er vergleicht schließlich die Wirtschaftlichkeit der Wasser- mit der der Dampfkraftanlagen und fordert dringend den Ausbau von Wasserkräften.

Eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Kraftwerke erwartet Schirp[85]) durch Belehrung und berufliche Weiterbildung des Betriebspersonals; er berichtet über entsprechende Maßnahmen der Stadt Berlin.

Um bezüglich der Verkuppelung von Kraftwerken einige charakteristische Beispiele zu nennen, sei auf die Pläne zur Versorgung Berlins, der Provinz Brandenburg und des Freistaates Sachsen aus den Reichswerken Golpa, Lauta und Spremberg hingewiesen[86]), sowie auf die Anlage des RWE[87]). Auch aus dem Ausland liegen hierüber einige höchst bemerkenswerte Berichte vor, so insbesondere über die großzügige Verbindung von Kraftwerken in verschiedenen Teilen Amerikas[88]), über die Verkuppelung der Kraftwerke der italienischen Staatsbahnen[89]), die Zentralisation der Elektrizitätsversorgung Südschwedens[90]), wobei es sich um die Zusammenarbeit von Wasser- und Dampfkraftwerken handelt. Auf einige Probleme bei der Verbindung von Kraftwerken, richtige Anordnung der Schaltanlagen, zweckmäßige Lastverteilung, Erhöhung des Sicherheitsgrades an Stelle verwickelter Schutzeinrichtungen weist Barre[91]) hin. Auch die geplanten Hochspannungsnetze in Frankreich und Spanien bezwecken lediglich eine Verkuppelung der großen vorhandenen Stromerzeugungsanlagen. In den Projekten der einzelnen Elektrizitätswirtschaftsbezirke in England spielt die Verkuppelung der Kraftwerke ebenfalls eine wesentliche Rolle. — Bei dem Zusammenarbeiten mehrerer Kraftwerke ist die Verteilung der Belastung von einer leitenden Stelle aus zu regeln. Die Philadelphia El.-Co., die ein sehr ausgedehntes Netz mit außerordentlich verschiedenartiger Belastung versorgt, hat schon seit langem besondere Beamte (load dispatcher) angestellt, über deren Arbeitsweise berichtet wird[92]). — Auf die Wichtigkeit der zahlenmäßigen Berechnungen der Wirtschaftlichkeit angeschlossener Ortschaften in Überlandzentralen macht Osten[93]) aufmerksam; er empfiehlt als Maßstab die auf 1000 Mark Anlagekapital abgegebenen Kilowattstunden und macht fernerhin zur genauen Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einzelner Ortschaften und Großabnehmer Vorschläge[94]) über die Verteilung der Verluste. An Beispielen zeigt er, wie außerordentlich verschieden der Wirkungsgrad bei einzelnen Ortschaften und Abnehmern ausfällt; als Ursache erwähnt er u. a. die falsche Bemessung der Transformatorenleistung, worüber er noch besondere Erörterungen anstellt[95]). Hierbei stellt er Leitsätze auf. — Wachsende Aufmerksamkeit wird der Bedeutung des Leistungsfaktors für die Wirtschaftlichkeit der Kraftübertragung zugewendet; fast alle hierauf bezüglichen Arbeiten beschäftigen sich aber weniger mit der unmittelbaren Verbesserung als mit ihrer Messung und ihrer Berücksichtigung beim Strompreis. Hierauf wird weiter unten eingegangen.

Strombedarf. Der Verbrauch der el. Arbeit ist dauernd im Steigen. — Die gegenwärtige und künftige Lage der Elektrizitätsversorgung in England wird von Watson[96]) erörtert; er schätzt den Bedarf in 20 Jahren auf etwa 80 Milliarden kWh gegenüber rd. 6 Milliarden im Jahre 1921, hiervon allein 20 Milliarden für häusliche Zwecke. — Als wichtige Verbrauchergruppen erfordern die Landwirtschaft und die Großindustrie erneut besondere Aufmerksamkeit, nachdem die Rückkehr unserer Industrie zur Friedensbeschäftigung das alte

Wettbewerbsverhältnis, das während des Krieges verschwunden war, wieder hergestellt hat. In Fachkreisen wird angestrebt, bei der Landwirtschaft nicht nur auf die Verwendung der el. Arbeit hinzuarbeiten, sondern auch das Verständnis für den technischen Betrieb im ganzen zu erwecken und zu vertiefen und geeignete Industrien auf das Land zu verpflanzen. In einem Aufsatz über Technik und Landwirtschaft[97]) wird auf die Wichtigkeit dieser Bestrebungen hingewiesen und werden kennzeichnende Äußerungen erfahrener Fachleute wiedergegeben. Mit dem gleichen Thema befaßte sich ein Diskussionsabend im Juni 1920, an dem der Ausgleich städtischer und ländlicher Interessen behandelt wurde. Passavant[98]) referierte über die städtische, Seedorf[98]) über die ländliche Wirtschaft. Über den Strombedarf der Landwirtschaft ist einiges in einer Abhandlung von Petri[99]) enthalten, ebenso in einer Erörterung über die Elektrizitätsanwendung auf dem flachen Lande[100]), wobei auch die Frage nach den größeren Vorteilen beim Dampf- oder elektrischen Betrieb wieder aufgerollt wird.

Bei der Großindustrie handelt es sich nach wie vor um die Frage, ob die eigene Erzeugung oder der Strombezug vorzuziehen sei. Diese Frage wird allgemein zugunsten des Anschlusses beantwortet, z. B. auch für amerikanische Verhältnisse von Mc Millin[101]). Eine interessante Studie über den Kraftverbrauch der Industrie im Anschluß an die Elektrizitätswerke wird von neun großen Kraftwerken in Massachusetts veröffentlicht[102]). — Für die Reichswerft in Danzig entscheidet Schultze[103]) auf Grund eingehender Untersuchungen und Berechnungen für den Strombezug an Stelle der Errichtung eines neuen Kraftwerkes, unter Fortbetrieb der bestehenden Zentralen. — Eine wachsende Bedeutung kommt der el. Stahlbereitung zu. Die volkswirtschaftliche, wärmewirtschaftliche und elektrizitätswirtschaftliche Bedeutung der Elektro-Stahlerzeugung in Deutschland erörtert Geilenkirchen[104]). Mit der konstruktiven Ausbildung der Öfen, ihren Rückwirkungen auf die Elektrizitätswerke und den Einrichtungen zur Vermeidung von Stromstößen beim unmittelbaren Anschluß an Elektrizitätswerke beschäftigt sich Ruß[105]), mit dem Kurzschlußstrom von Elektrostahlöfen ein sich anschließender Schriftwechsel von Ruß und Versteegh[106]). Der Anschluß wird unter bestimmten Voraussetzungen auch in Amerika empfohlen[107]); Hard[108]) weist nach, daß diese Belastung sehr vorteilhaft für die Elektrizitätswerke gestaltet werden kann.

Besonders vorteilhaft wird die Ausnutzung der Elektrizitätswerke durch den Anschluß von Mühlen gefördert. Über die günstigen Ergebnisse solcher Anschlüsse an die Niederspannungsnetze berichtet Osten[109]).

Auch die Verwendung der el. Arbeit zu Wärmezwecken in Haushalt und Gewerbe begegnet nach wie vor dem lebhaften Interesse der Elektrizitätswerke. Auf ihre große Wirtschaftlichkeit und die Möglichkeit, damit Brennstoffe, Zeit und Geld zu sparen, weist Ludwig hin[110]).

Preisstellung. Tarife. Die Preisstellung stand unter dem Druck der fortschreitenden Teuerung. Die Elektrizitätswerke konnten nur mühsam, gestützt auf die Strompreisverordnung vom 1. Februar 1919 (s. JB 1919, S. 70), einen Ausgleich herbeiführen.

Über die Erfahrungen mit dieser Verordnung berichtet Siegel[111a]); nach kurzer Darstellung der Vorgeschichte und der Wichtigkeit der Verordnung wird die Stellung der Schiedsgerichte zu den Hauptgesichtspunkten der Verordnung: Erhaltung der Lebens- und Leistungsfähigkeit der Werke, unter besonderer Berücksichtigung der Geldentwertung, Anpassung der Strompreise an die Veränderung der Erzeugungskosten, Abwälzung nach Billigkeitsrücksichten und zur Einbeziehung einiger weiterer Stromlieferungsbedingungen, besprochen; auf die Notwendigkeit der Beibehaltung der Verordnung im Interesse der Elektrizitätswirtschaft wird hingewiesen. Die Zahl der Anrufungen der Schiedsgerichte ist verhältnismäßig gering; von diesen wiederum ist der größte Teil durch Vergleiche beendet worden. Hierbei sowohl wie bei den Schiedssprüchen wurde die Anpassung der Strompreise an die jeweiligen Verhältnisse durch einen in der Regel von dem Kohlenpreis, seltener von den Löhnen ab-

hängigen Teuerungszuschlag, meist Kohlenklausel genannt, erstrebt. Über Erfahrungen mit der Strompreisverordnung äußert sich ausführlich auch Theissig[111b]), namentlich unter Berücksichtigung der Interessen der Stromabnehmer. Für die Errechnung der Kohlenklausel, unter Zugrundelegung der einzelnen Teile der Selbskosten und der Benutzungsdauer, leitet Bloch[111c]) eine einfache Formel ab. Wie den Schwankungen auf dem Lohn- und Kohlenmarkt durch Einführung eines beweglichen Strompreises Rechnung getragen werden kann, um die Elektrizitätswerke vor Verlusten zu schützen, ohne die Verbraucher zu benachteiligen, zeigt an Hand eines Beispiels Rheineck[112]).

Auch im Ausland werden zur Erhaltung der Elektrizitätswerke ähnliche Maßregeln angewandt oder erwogen. In Österreich ist vom Staatsamt für Handel und Gewerbe eine Vollzugsanweisung über die Regelung der Preise für Gas und Elektrizität erlassen worden, die das Recht der Unternehmungen auf Preiserhöhungen anerkennt und für den Fall, daß eine Einigung zwischen den Parteien nicht zu erzielen ist, Schiedsgerichte vorsieht[113]). In der Schweiz wurde von Sachs[114]) statt der Erhöhung der Einzeltarife eine bessere Ausnutzung durch Akkumulieröfen vorgeschlagen; über die Erhöhung der Energietarife hat der Schweizerische Elektrotechnische Verein eine eingehende Untersuchung angestellt[115]). Nach genauer Prüfung der bestehenden Tarife und der die Teuerung verursachenden Umstände wird auch hier die Erhöhung, und zwar am zweckmäßigsten durch Schiedsgerichte, verlangt. Der Bericht führt auch die in Frankreich und Italien ergriffenen Maßnahmen in der Frage der Strompreiserhöhung an. Einen Überblick über die diesbezüglichen gesetzlichen Verordnungen findet sich im Wortlaut in der französischen Fachpresse[116]). In England hat man bereits mit dem Abbau der Kohlenpreise und mit der Ermäßigung der Strompreise begonnen[117]).

Bei den Selbstkosten spielt eine außerordentliche Rolle die Frage, in welcher Höhe Abschreibung und Erneuerung vorzusehen ist, mit der das Problem richtiger Bilanzierung überhaupt verknüpft ist. Die Schwierigkeit besteht in der Verschiedenheit der Währungen (Gold-, jetzige und künftige Papierwährung). Mit dem Einfluß der Valutaentwertung auf die Abschreibungen technischer Anlageobjekte beschäftigt sich eingehend Paul[118]); er schlägt zum zahlenmäßigen Ausgleich der Entwertung die Einführung eines »Valuta-Differenzfonds« auf der Passiv-Seite der Bilanz vor, den er als eine Ergänzung des Erneuerungsfonds betrachtet. Es bedarf aber dann folgerichtig dieses besonderen Fonds nicht mehr, sondern es genügt, wie Pietzsch[119]) vorschlägt, auf der Passivseite eine entsprechende Erneuerungsrücklage in Ansatz zu bringen. — Hierbei wird vorausgesetzt, daß die Höhe der Rücklagen so bemessen wird, daß die Erneuerung der Anlagen auch in Papiermark bestritten werden kann, wie dies auch Rathenau[120]) in seinem früher erwähnten Aufsatz über Produktionspolitik (S 21) verlangt. Hiergegen wendet sich Schiff[121]). — Verwickelter wird diese Frage noch mit Rücksicht auf die steuerliche Behandlung der Rücklagen. Von Interesse ist in dieser Hinsicht eine Entscheidung des Reichsfinanzhofes, der Abschreibungen auf das Gesamtunternehmen zuläßt[122]). — Die Bedeutung der Bauzinsen behandelt an Hand zahlreicher graphischer Darstellungen Golson[123]).

Unter dem Einfluß aller erwähnten verteuernden Faktoren sind die Strompreise allenthalben beträchtlich gestiegen, wie aus regelmäßigen Veröffentlichungen der Vereinigung der EWe hervorgeht, in denen für eine große Zahl von Werken die an dem jeweiligen Quartalsersten gültigen Strompreise angegeben sind[124]). Die vollständige Umwälzung der wirtschaftlichen Verhältnisse hat zur Folge, daß nicht nur die Höhe der bisherigen Preise, sondern auch die Form der Preisstellung einer Änderung bedarf. Auf die Umgestaltung des Verhältnisses zwischen Angebot und Nachfrage, auf die Verschiebung des Zusammenhanges zwischen Wertschätzung und Leistungsfähigkeit der Verbraucher ist allgemein in dem früher erwähnten Aufsatz von Siegel[125]) hingewiesen. Fast übereinstimmend fordern die Fachmänner einen Tarif mit einer Grund-

gebühr und einem veränderlichen Arbeitspreis, namentlich für die Stromlieferung an die Landwirtschaft (s. auch JB 1919, S 69). Als Grundlage für die Bemessung der Grundgebühr wird von Pietzsch[126]) dem Anschlußwert gegenüber der von Warrelmann[127]) empfohlenen Größe des Landwirtschaftsbesitzes der Vorzug gegeben, während Petri[128]) von dem bisherigen durchschnittlichen Verbrauch für Kraft und Licht ausgehen will. Den Anschlußwert wiederum bevorzugt Schmidt-Gröbers[129]), und zwar für Kraft nach dem Nennwert der Motorenstärke, für Licht nach Brennstellen mit fest angenommenen Wattzahlen. Die Grundgebühr soll nur die Kapitalkosten umfassen; die Verwaltungs- und Unterhaltungskosten sollen durch Vorschrift eines Mindestverbrauchs gedeckt werden. Grundgebühr und Mindestzahlung sollen in festen Jahresraten erhoben und die Zähler nur einmal im Jahre abgelesen werden, so daß sich große Ersparnisse im Einziehungs- und Rechnungswesen ergeben werden. Für Kleinabnehmer schlägt Schultze[130] die Bemessung der Grundgebühr nach der Stärke der Anschlußsicherung vor. Nach sozialen Grundsätzen wünscht Vieweger[131]) die Strompreise gestaffelt, und zwar steigend nach der Zimmerzahl der Wohnungen. Für Läden verwirft Rehmer[132]) die Grundgebühr und wendet eine Staffelung der Preise nach der Zeit des Ladenschlusses an. Eine sehr interessante, aber für praktische Verhältnisse wohl zu weitgehende Verteilung der Grundgebühr wird aus Dänemark[133]) berichtet; die Grundgebühr wird abgestuft nach dem Anschlußwert, der Größe des Landbesitzes, dem Eigentumswert der Besitzungen, der Größe der Getreideernte, und zwar gleichzeitig nach sämtlichen Faktoren. Mehr Gewicht auf die Wirtschaftlichkeit jedes einzelnen Anschlusses will Ott[134]) gelegt wissen; er gibt Formeln an, nach denen die Kosten jedes einzelnen Anschlusses berechnet werden sollen, unter Berücksichtigung der Beanspruchung der bisherigen Anlage und der Kosten der erforderlichen Erweiterungen.

Die Form des Grundgebührentarifes wird auch in England wie bisher als die zweckmäßigste erachtet[135]). Über die Grundlagen und Formen eines praktischen Tarifes für häusliche Zwecke — in Gestalt eines Grundgebührentarifes — äußert sich ausführlich Beauchamp[136]). Mehr Einheitlichkeit bei den allgemeinen Stromlieferungsbedingungen wünscht Cramp[137]); er bespricht die einzelnen Bestimmungen, die für das Werk und den Abnehmer von Wichtigkeit sind. Eine besondere Tarifgebarung fordert Oesterreicher[138]) beim elektrischen Schweißen; er untersucht die beim Schweißen auftretenden Belastungsverhältnisse.

Leistungsfaktor. Die wirtschaftliche Bedrängnis zwingt, wie bereits erwähnt, die Werke, auf eine größere Ausnutzung der Betriebsanlagen durch Verbesserung des Leistungsfaktors bedacht zu sein. Es wird daher überall nach genauen Methoden zur Messung des Blindverbrauchs und zu einer gerechten Berücksichtigung bei der Preisstellung gesucht. Buchholz[139]) zählt verschiedene Mittel auf, die man im In- und Ausland zur Verbesserung der Phasenverschiebung angewendet hat. Auch Dorey[140]) bespricht ausführlich die Methoden und Apparate zur Verbesserung des Leistungsfaktors. Im Anschluß an die früheren Arbeiten von Buchholz (JB 1919, S. 69) sucht Voller[141]) nach einer mathematisch exakten Bestimmung des Leistungsfaktors, wozu Buchholz nochmals seinen Standpunkt rechtfertigt. In einer eingehenden Arbeit untersucht Kopp[142]) den Einfluß der Phasenverschiebung auf die Wirtschaftlichkeit der Kraftwerke, weist auf die Wichtigkeit der Berücksichtigung des Blindverbrauchs bei der Preisstellung hin und beschreibt einen hierzu brauchbaren neuen Zähler, der jedoch nach dem gegenwärtigen Gesetz betreffend die elektrischen Maßeinheiten nicht beglaubigungsfähig ist. Zu den Ausführungen von Kopp nimmt Busch[143]) Stellung.

Auch im Ausland wird die Frage der Berechnung des wattlosen Verbrauchs mit besonderer Aufmerksamkeit verfolgt. In Frankreich hat sich sogar das Ministerium der öffentlichen Arbeiten der Anlegenheit angenommen[144]) und in zahlreichen Arbeiten werden die physikalischen Grundlagen zu klären versucht[145]). Eine besonders eingehende Studie über Ursache, Einfluß, Messung

und Verbesserung des Leistungsfaktors veröffentlicht Dumartin[146]); eine verhältnismäßig einfache Methode, für die allerdings der Beweis der Richtigkeit fehlt, gibt auch Michon[147]). Bargeton und Genkin[148]) leiten ein Tarifsystem mit Berücksichtigung des Leistungsfaktors ab und beschreiben dessen Anwendung in Marseille. Über eine in der Praxis angewendete Klausel für die Erhöhung oder Erniedrigung der Strompreise je nach dem mittleren monatlichen Leistungsfaktor wird aus Amerika berichtet[149]). Als einfachste Grundlage für die Berechnung unter Berücksichtigung des Leistungsfaktors empfiehlt Wolford[150]) die Messung der Kilovoltamperestunden und des Maximums in Kilovoltampere.

Verwaltung der Elektrizitätswerke. Zur Förderung des Stromabsatzes ist die richtige Gestaltung des Installationswesens von Bedeutung. Über die Verbilligung der el. Anlagen durch Ausgestaltung der Verbandsvorschriften verbreitet sich ausführlich Adler[151]). Für die Zulassung von Installateuren zur Aufführung von Anschlußanlagen an EW hat die Vereinigung der EWe, gemeinsam mit dem Verband der elektrot. Installationsfirmen Grundsätze ausgearbeitet[152]) und eine Haupthinterlegungsstelle für die von den Werken geforderten Haftgelder ins Leben gerufen, die an Stelle der Einzelhaftgelder der Installateure haftet.

Heymann[153]) schildert die in Cöthen eingerichtete Organisation eines städtischen Betriebes in mehr kaufmännischen Formen und rühmt deren Erfolge. Günstige Ergebnisse sind in Amerika mit einer besonderen Ausbildung der Zählerableser erzielt worden[154]). Für die graphische Berechnung von Strompreisen veröffentlicht Courau[155]) eine einfache, leicht anzuwendende Methode. Eine Anwendung und Erweiterung dieser Methode für Wiederverkäufer gibt Burdin[156]). Ein vereinfachtes Verfahren der Gas-, Strom- und Wasserverrechnung beschreibt Schwarz[157]).

Während die Werbetätigkeit bei uns im vergangenen Jahre kaum in die Erscheinung trat, wird auf diesem Gebiet namentlich in England gearbeitet; die Tätigkeit der El. Development Association wird sogar in Amerika aufmerksam verfolgt[158]). Auf einige Paradoxe bei der Stromlieferung, ungleichartige Tarife, Verschiedenheit der Spannungen und die dadurch bedingte Schädigung der Abnehmer beim Umzug macht Goody[159]) aufmerksam.

[1]) Hacker, El. Anz. S 618. — [2]) ETZ S 594. — [3]) Kreyssig, Mitt. Ver. EW. S 189. — [4]) Gercke, ETZ S 601. — [5]) ETZ S 535. — [6]) Steinmetz, ETZ S 401. — [7]) Wilkinson, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 774, 803. — [8]) Jockel, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 484. — [9]) Brownlie, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 20. — [10]) Robertson, El. Masch.-Bau S 305. — [11]) Lacombe, El. World Bd 75, S 1128. — [12]) Carlier, Rev. Gén. El. Bd 7, S 334. — [13]) Courtoy, Rev. Gén. El. Bd 7, S 436. — [14]) Taylor, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 444. — [15]) El. Anz. S 228. — [16]) Schmidt-Gröbers, ETZ S 510. — [17]) Heumann, ETZ S 19. — [18]) Osten, El. Kraftbetr. S 226. — [19]) Grams, El. Anz. S 955. — [20]) Wintermeyer, El. Anz. S 635, 639, 645. — [21]) ETZ S 94. — Mitt. Ver. EW. S 9. — [22]) Coermann, Das Gesetz betreffend die Sozialisierung usw., Verlag Oldenbourg. — Stern u. Aron, desgl., Verlag Vahlen. — [23]) Breul, ETZ S 18. — [24]) Mitt. Ver. EW S 17. — [25]) Köpchen, ETZ S 481. — [26]) Mitt. Ver. EW. S 4. — [27]) ETZ S 475. — [28]) ETZ S 203. — [29]) Pietzsch, Mitt. Ver. EW. S 29. — [30]) Henrich, ETZ S 700. — [31]) Siegel, ETZ S 925. — Mitt. Ver. EW. S 299. — [32]) ETZ S 456. — [33]) ETZ S 114, 731. — [34]) Hartig, ETZ S 414. — [35]) ETZ S 760. — [36]) ETZ S 735. — Mitt. Ver. EW. S 97. — [37]) Kreyssig, Mitt. Ver. EW. S 169. — [38]) Siegel, El. Kraftbetr. S 249. — [39]) ETZ S 1013. — Mitt. Ver. EW. S 323. — [40]) ETZ S 764. — [41]) Obpacher, El. Kraftbetr. S 249. — [42]) Majerczik, El. Kraftbetr. S 99. — [43]) Siegel, El. Kraftbetr. S 69. — [44]) Bencke, El. Anz. S 352. — [45]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 125. — ETZ S 197. — El. Masch.-Bau (Anzeiger) S 57. — [46]) Kennedy, The Electricity (Supply) Act 1919 London 1920, Verlag El. Review. — [47]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 227. — [48]) ETZ S 821. — Electr. (Ldn.) Bd 85, S 141, 236. — [49]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 646, 764; Bd 87, S 334, 806. — Electr. (Ldn.) Bd 84, S 672. — [50]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 664. — [51]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 809. — [52]) Munro, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 593. — [53]) Schreiber, El. Masch.-Bau S 170. — [54]) ETZ S 43. — [55]) ETZ S 277. — Rev. Gén. El. Bd 8,

S 257, 287. — [56]) ETZ S 98, 245, 535. — [57]) Schmid, Schweiz. Bauztg. Bd 75, S 69. — [58]) ETZ S 736. — [59]) Mitt. Ver. EW. S 67. — [60]) Siegel, ETZ S 154. — [61]) El. Masch.-Bau S 15, 30. — [62]) El. Masch.-Bau S 309. — [63]) El. Masch.-Bau S 314. — ETZ S 401. — [64]) Kunze, El. Masch.-Bau S 549. — [65]) El. Masch.-Bau (Anzeiger) S 147. — [66]) Schreiber, El. Masch.-Bau S 434. — [67]) El. Masch.-Bau S 580. — [68]) ETZ S 103, 899. — [69]) Stark, El. Masch.-Bau S 585. — [70]) ETZ S 183. — [71]) ETZ S 899. — [72]) Halden, ETZ S 852. — [73]) ETZ S 941. — El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 711. — [74]) Erbe, Z. Ver. D. Ing. S 240. — [75]) Bull. Schweiz. EV 1919 S 353. — [76]) Schweiz. Bauztg. Bd 75, S 15, 68, 106, 165, 175, 185, 206. — [77]) Mißlin, ETZ S 853. — [78]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 601. — [79]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 827. — [80]) Kummer, Schweiz. Bauztg. Bd 75, S 181. — [81]) ETZ S 594. — [82]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 797. — [83]) Edgerton, El. World Bd 75, S 1069. — [84]) Klingenberg, ETZ S 561, 586, 609, 630, 650. — [85]) Schirp, Mitt. Ver. EW. S 217. — [86]) ETZ S 531. — [87]) ETZ S 455. — [88]) El. World Bd 74, S 930; Bd 75, S 665, 1041; Bd 76, S 9, 70, 321, 1009, 1162. — [89]) ETZ S 297. — [90]) ETZ S 852. — [91]) Barre, El. World Bd 75, S 136. — [92]) ETZ S 238, 613. — [93]) Osten, Mitt. Ver. EW. S 282. — [94]) Osten, Mitt. Ver. EW. S 291. — [95]) Osten, Mitt. Ver. EW. S 133. — El. Kraftbetr. S 33. — [96]) Watson, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 470. — [97]) ETZ S 7. — [98]) Passavant, Seedorf, Mitt. Ver. EW. S 34. — [99]) Petri, Mitt. Ver. EW. S 21. — [100]) ETZ S 466. — [101]) Mc. Millin, El. World Bd 76, S 677. — [102]) El. World Bd 74, S 627. — [103]) Schultze, ETZ S 45. — [104]) Geilenkirchen, Mitt. Ver. EW. S 69. — [105]) Ruß, ETZ S 45. — [106]) Ruß u. Versteegh, ETZ S 801. — [107]) El. World Bd 75, S 1379. — [108]) Hard, El. World Bd 75, S 500. — [109]) Osten, Mitt. Ver. EW. S 214. — [10]) Ludwig, El. Anz. S 733. — [111a]) Siegel, ETZ S 225. — [111b]) Theissig, Mitt. Ver. EW. S 218. — [111c]) Bloch, ETZ S 150. — [112]) Rheineck, El. Werk S 15. — [113]) ETZ S 83. — [114]) Sachs, Bull. Schweiz. EV 1920 S 12. — [115]) Bull. Schweiz. EV S 32. — El. Masch.-Bau S 286. — [116]) Rev. Gén. El. Bd 7, S 65. — [117]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 75, 167. — [118]) Paul, El. Kraftbetr. S 227. — [119]) Pietzsch, ETZ S 874. — [120]) Rathenau, ETZ S 778. — [121]) Schiff, ETZ S 964. — [122]) Mitt. Ver. EW. S 225. — [123]) Golson, El. World Bd 76, S 116. — [124]) Mitt. Ver. EW. S 37, 110, 173, 265. — [125]) Siegel, ETZ S 926. — [126]) Pietzsch, ETZ S 466. — [127]) Warrelmann, ETZ S 467. — [128]) Petri, Mitt. Ver. EW. S 22. — [129]) Schmidt-Gröbers, ETZ S 654. — [130]) Schultze, Mitt. Ver. EW. S 99. — [131]) Vieweger, ETZ S 78. — [132]) Rehmer, ETZ S 115. — [133]) ETZ S 417. — [134]) Ott, ETZ S 511. — [135]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 550. — Electr. (Ldn.) Bd 84, S 450. — [136]) Beauchamp, El. Rev. Bd 87, S 71. — Electr. (Ldn.) Bd 85, S 37. — [137]) Cramp, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 660. — [138]) Österreicher, El. World Bd 75, S 70. — [139]) Buchholz, El. Kraftbetr. S 201. — [140]) Dorey, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 484, 537, 569, 602. — [141]) Voller, ETZ S 314. — [142]) Kopp, ETZ S 772. — [143]) Busch, ETZ S 970. — [144]) Rev. Gén. El. Bd 6, S 66. — [145]) ETZ S 731. — [146]) Dumartin, Rev. Gén. El. Bd 7, S 643. — [147]) Michon, Rev. Gén. El. Bd 8, S 185. — [148]) Bargeton u. Genkin, Rev. Gén. El. Bd 8, S 863. — [149]) ETZ S 1038. — [150]) Wolford, El. World Bd 76, S 382. — [151]) Adler, ETZ S 935. — [152]) Mitt. Ver. EW. S 139, 141. — [153]) Heymann, Mitt. Ver. EW. S 317. — [154]) ETZ S 158. — [155]) Courau, Rev. Gén. El. Bd 7, S 801. — ETZ 985. — [156]) Burdin, Rev. Gén. El. Bd 8, S 419. — [157]) Schwarz, El. Masch.-Bau Anzeiger S 143. — [158]) El. World Bd 75, S 19. — [159]) Goody, Electr. (Ldn.) Bd 85. S 27.

Kraftquellen.

Von Eugen Eichel, beratendem Ingenieur.

Windkraft. In Deutschland befaßt sich der Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung bereits mit der Frage der Typung und Normung der Windkraftmaschinen, während die praktische Weiterarbeit in technisch-landwirtschaftlicher und wirtschaftlicher Beziehung dem Ausschuß für Technik und Landwirtschaft übertragen wurde[1]). In seiner Dissertation rückt Mayersohn[2]) der Gesamtfrage der zweckentsprechendsten Ausnutzung der Windkraft in allen zu berücksichtigenden Einzelheiten konstruktiver und wirtschaftlicher Art gründlich zu Leibe. — In Dänemark bemüht sich der Staat-

liche Geräteausschuß, Kopenhagen, darum, eine praktische Windmotorenerprobung auf einem freiligenden Felde südlich von Asko durchzuführen. Ein ausführlicher Bericht soll später über die Versuchsergebnisse Aufschluß geben. — Über die Möglichkeit der Windausnutzung und ihre Bedeutung für die Energiewirtschaft wurde auch von Adler, Liebe und Schiemann[3]) berichtet, allerdings mehr vom Standpunkt des Elektroingenieurs aus, der das Windkraftwerk notgedrungenerweise immer nur als einen Kleinstbetrieb zur wirtschaftlichen Befriedigung mäßigen örtlichen Strombedarfes ansehen kann. Als solche Kleinkraftversorgung bewährt sich auch die Windkraftdynamo im Flugzeugwesen, wo ihr die außerordentlich wichtige Sicherung des Betriebes zufällt durch Speisung des Verkehrs und Sicherheitsdienstes in Gestalt von Bordstationen für drahtlose Telegraphie und Telephonie, von optischen Signalanlagen und Betriebsmitteln für sichere Navigierung und Landung, schließlich auch durch Erhöhung der Annehmlichkeit des Dienstes der Flugzeugführer und des Wohlbefindens der Fahrgäste durch Spendung von Licht und Wärme (Heizung von Kleidungsstücken und Speisen). Von wesentlicher Bedeutung können diese Windkraftmotoren in Zukunft auch für die Gleitflieger werden, die ohne besonderen motorischen Antrieb nur unter Ausnutzung der vorhandenen Windströmungen gleiten und segeln, einem Flugzeuge, dessen Entwickelung durch die Wettbewerbe in der Röhn stark gefördert, bereits jetzt viel versprechende Leistungen für die Zukunft erwarten läßt.

Wasserkraft. Der reizvollen Aufgabe der praktischen Ausnutzung der Gezeiten wurde besonders in England große Beachtung geschenkt. W. T. Taylor[4a]) bespricht alle wichtigen praktischen und theoretischen Fragen, die mit der Ausnutzung der Gezeiten im Zusammenhang stehen, u. a. auch den Betrieb selbständiger und ferngesteuerter Gezeitenkraftwerke in Verbindung mit anderen Kraftwerken. Eine praktisch ausnutzbare Gelegenheit zur Anlage eines Gezeiten-Großkraftwerkes besteht bei Hopewell, wo zwei natürliche Wasserspeicher ausgenutzt werden können in Verbindung mit den beiden in die Shepardy Bay mündenden Flüsse Petit Cidiac und Memram Coch. Die Anfangsleistung würde bei Ausnutzung eines Gefälles von nur 10 cm 65 000 kW ergeben, könnte aber durch Ausbau der Staubecken und Ausnutzung eines Gefälles von nur 15 cm auf 150 000 kW gesteigert werden. Beim vollen Ausbau werden die Erzeugungskosten auf 110 Doll. für 1 kW geschätzt und die kWh könnte mit 4 d. an den Abnehmer abgegeben werden. Der Plan, an der Mündung des Severn in Westengland unter Ausnutzung günstiger örtlicher Verhältnisse und Verquickung des Wasserbaues mit wichtigen verkehrstechnischen Fragen (Sicherung des Wasserweges für Seeschiffe mit hohem Tiefgang und Bau eines Dammes zur Ermöglichung einer Eisenbahnüberquerung des Flußlaufes) ein Gezeiten-Großkraftwerk zu erstellen, verursachte lebhafte Erörterungen der beteiligten Ingenieurkreise und Behörden. Nicht nur die Wasserbauingenieure, sondern auch die Elektroingenieure mußten den bisherigen Plänen außerordentlich skeptisch gegenüberstehen. Man plant eine Riesenleistung von 400 000 kW zu erzielen durch Einbau einer großen Anzahl verhältnismäßig kleiner Gleichstrom-Wasserkrafteinheiten, deren Anschaffung, Einbau und Betrieb naturgemäß sehr teuer sein muß. Dazu kommt, daß der erzeugte Gleichstrom zwecks allgemeiner Ausnutzungsmöglichkeiten durch umlaufende Umformer erst in Drehstrom verwandelt werden muß[4b]). Welche Bedeutung der Frage der Ausnutzung der Gezeiten zum Zwecke der Kohlenersparnis in Frankreich geschenkt wird, beweist ein Bericht des Admirals Amet an den Minister der öffentlichen Arbeiten und ein Vorschlag von Mangin, eine größere Anzahl von Gezeiten Kleinkraftwerken zu errichten, elektrisch zu kuppeln und zum gegenseitigen Kraftausgleich heranzuziehen[5]). Einen kurzen, allgemeinen Überblick über die Verwendung der Windkraft, Ausnutzung von Ebbe und Flut, Bedeutung der Wasserkräfte und Vergasung der Kohle, in Verbindung mit Gasturbinen gibt G. W. Meyer[6]), während weitergehende Berichte über die Energievorräte der Welt bzw. nur Amerikas, in denen die gleichen Fragen mitbehandelt werden, von Arrhenius und Stein-

metz erstattet wurden[7]). In Deutschland sind die örtlichen Verhältnisse einer praktischen Ausnutzung der Gezeiten ungünstig. Man muß sich daher vorderhand auf die Ausnutzung des natürlichen Gefälles der Flußläufe und ihrer Aufstauungen beschränken, ein Gegenstand, über den grundlegend auf der Jahresversammlung des V. D. E. von Sympher berichtet wurde, während Block mehr vom Standpunkt des Maschinen-, Elektro- und Betriebsingenieurs über die Ausnutzung der Flußwasserkräfte sprach[8]). Im englischen Maschineningenieurverein gab Bergström einen Überblick über die derzeitige Wasserkraftausnutzung in den wichtigsten Ländern der Welt, während Britton über die Ausnutzung der Wasserkräfte Englands zur Elektrizitätserzeugung berichtete[9]).

Gegenüber den Verfechtern des zusammenfassenden Ausbaues von Großwasserkräften, empfiehlt Halbfaß als Gebot der Gegenwart die restlose Erfassung auch unserer deutschen Kleinwasserkräfte[10]). Hierüber, insbesondere über Kleinwasserkraft bzw. Überschußwasserkraftwerke mit Asynchron-Dynamomaschinen erschienen Arbeiten von Zederbohm, Reindl, von der Badischen Oberdirektion des Wasser- und Straßenbaues, und Adler[11]) sowie von Steinmetz und Spethmann[12]), welche erkennen lassen, daß solchen Anlagen unter günstigen Umständen ein gewisser Wert zukommt. Ihre Bedeutung wird jedoch meist überschätzt, und ihr Bau sollte nicht vor eingehender Planung ins Auge gefaßt werden.

Wie in Deutschland, besonders in Bayern und Baden[13]), so führt auch im Ausland das Abnehmen der Kohlenschätze und die Erhöhung der Kohlenförderkosten notwendigerweise zur gesteigerten Ausnutzung wirtschaftlich ergiebig aufschließbarer Wasserkräfte, und zwar besonders im Anschluß an Vollbahnelektrisierungen, wie in Österreich, Schweiz, Schweden, Frankreich und in Amerika sowie im fernen Japan und Niederländisch-Indien, wo sich neben der Verteuerung der Kohle eine bedeutende Erhöhung des Gehaltes an taubem Gestein bemerkbar macht[14]). Mit Bezug auf Größe des Ausbaues und der Erweiterung bestehender Wasserkraftanlagen, ist Amerika wieder führend, schon allein durch die Anlagen zur Ausnutzung des Gefälles des Niagaraflusses[15]). Die von der Hydro Electric Power Commission of Ontario, dem größten staatlichen Kraftwerksunternehmen Kanadas, im Bau befindliche Queenstonanlage, soll im vollen Ausbau 10 Einheiten von je 40000 kW erhalten, während zur Erweiterung der älteren amerikanischen Anlagen am Niagara-Fall 4 Einheiten zu 25000 kW einzubauen beabsichtigt wird. Als größtes Wasserkraft-Elektrizitätswerk des Westens Amerikas (im Gegensatz zum östlich gelegenen Niagara-Werk) sei noch hingewiesen auf das Pit-River-Werk (Kalifornien), das mit Maschinen von 35000 kVA Einzelleistung in 5 Kraftwerken eine Gesamtleistung von 450000 kVA im vollen Ausbau hergeben soll und für eine Fernleitungsspannung von 220000 V angelegt ist. Kalifornien leidet allerdings seit einer Reihe von Jahren unter abnorm großer Dürre infolge mangelnden Regenfalles, so daß die Wasserkraftwerke teils eigener Einsicht folgend, teils durch einen leisen Druck der Aufsichtsbehörde der Railroad Commission of California sich gezwungen sahen, Ausgleichsleitungen untereinander und mit Wärmekraftwerken zu errichten und diese Leitungen als Rückversicherung nochmals anzuschließen an die mit Bezug auf Wasserversorgung stetiger arbeitenden Wasserkraft-EWe der nördlichen Grenzstaaten Portland und Oregon[16]). Diese Aufsichtsbehörde übernahm unter Leitung des Oberingenieurs Richard Sachse außer der eigentlichen Beaufsichtigungen der Bahngesellschaften — in Verfolg des Krieges — auch diejenige aller übrigen dem öffentlichen Verkehr dienenden Unternehmungen, zu denen außer den Vollbahnen, Überland- und Straßenbahnen auch die Gas-, Wasser- und EWe gezählt werden. Die Naturgas- und Ölvorkommen Kaliforniens fallen ebenfalls unter diese Aufsicht.

Brennstoffe. Naturgas und Erdöl zählen ja zu den Naturreichtümern, an denen uns Amerika bedeutend überlegen ist. Bemerkenswert ist es daher, daß trotz dieses Reichtums diese Quellen bereits zu versiegen beginnen und Amerika daher seinerseits dazu gezwungen ist, mit seinen Vorräten mehr wie bisher Haus zu

halten, um die zurzeit bereits sehr große Einfuhr, besonders aus Mexiko, so niedrig wie möglich zu halten. Da mit der steigenden Verwendung des Öls für die Schiffahrt, besonders die Kriegsmarine, der Besitz reicher Älländereien vom rein wirtschaftlichen zu einem hochpolitischen geworden ist, läßt das Jahr 1920 bereits unter den Ententestaaten Frankreich, England und Amerika einen starken Wettbewerb im Erlangen von Gerechtsamen für die Petroleumgewinnung bzw. der Kontrolle bestehender Petroleumgewinnungsgesellschaften erkennen. Fortschritte in der Verwendung el. Antriebe gestatten dabei jetzt auch noch mit gutem Erfolge an die Ausnützung so tiefer Bohrlöcher heranzugehen, wie dies bisher nicht möglich war. So wurde im Juni 1920 in Los Angeles County mit Hilfe von Drehstrommotoren zu 55 kW die der Shell Co. in Kalifornien gehörige Sonde »Anita A« mit einer Tiefe von 1370 m erbohrt, wobei gegenüber dem sonst üblichen Dampfbetrieb eine Ersparnis von 14000 Doll. gemacht wurde.

Neben dem Erdöl spielt der Ölschiefer zwar nur eine geringe Rolle, ist aber doch von örtlicher Bedeutung und erfreut sich steigender Aufmerksamkeit in Amerika, Schottland und den baltischen Randstaaten, ebenso in einigen Teilen Deutschlands, z. B. Württembergs und Braunschweigs. Als Nebenerzeugnis ergibt der Ölschiefer eine vorzügliche Grundlage für die Zementherstellung. Über die Gewinnung und Bedeutung des Ölschiefers berichtet Landsberg[17]) zusammenfassend in Anlehnung an Veröffentlichungen von Scheithauer, Katz und Beyschlag.

Wie die Ölgewinnung, so hat auch die Torfgewinnung und -aufbereitung unter Verwendung el. angetriebener Arbeitsmaschinen große Fortschritte gemacht. Torfkraftwerke benötigen ja sehr große Mengen des minderwertigen Brennstoffes, der mit Fortschritt des Abbaues des Torffeldes über immer weitere Entfernungen herangeschafft werden muß. Die Frage der Zweckmäßigkeit der Gründung von Kraftwerken auf Torfgrundlage ist daher noch stark bestritten. Über die Aussichten von Torfkraftwerken bzw. den baulichen Entwurf von Großkraftwerken für Torffeuerung (120000 kW) wurde in der Vereingg. EWe und dem VDE an Hand von Vorträgen von Zander und Bartel berichtet[18]). Abgesehen von der direkten Verfeuerung des Torfes im Großkraftwerk bietet die Frage der Trocknung, Vergasung bzw. Verkokung der Torf- und Moorbestände für Hausbrand, Eisenbahnfeuerung und Hilfsfeuerung in der Industrie der Elektrotechnik noch wichtige Zukunftsaufgaben. Die Streckung der hochwertigen Brennstoffe durch Verwendung minderwertiger, wie Brennschiefer, Torf, Holz, durch Verwendung von Industrieabfällen, Müll und Rückständen der Eisenbahn-, Gaswerks- und anderer Betriebe[19]) war immer noch bis gegen Ende 1920 nicht nur in Mitteleuropa, sondern auch in den Ententestaaten von großer Bedeutung. Dank der von Deutschland aufzubringenden Reparationskohle änderten sich die Verhältnisse in Frankreich, Belgien und England allerdings zum besseren, während infolge der Unterbeschäftigung der amerikanischen Industrie amerikanische Kohle trotz des hohen Wechselkurses des Dollars in Deutschland Abnehmer fand.

In Deutschland mußte ja infolge der Kohlennot die Einschränkungsbestimmungen des Reichskohlenkommissars aufrechterhalten werden und ihre Befolgung nach Abschluß des Abkommens von Spa den Kohlenverbrauchern besonders ans Herz gelegt werden[20]). Von diesen Vorschriften erregten nicht nur Einzelheiten den berechtigten Widerspruch der EWe, es verlangte vielmehr die gesamte Elektrizitätsindustrie und das Installationsgewerbe deren beschleunigte Aufhebung, und zwar mit Hinweis darauf, daß durch den Anschluß unrationeller Einzelanlagen an das Stromversorgungsnetz öffentlicher EWe mehr Kohlen erspart werden könnten als durch die Stromverbrauchskontingentierung[21]). Leider wurde trotzdem den Wünschen der Industrie keine Folge geleistet, was vielfach dazu zwang, kleine Benzolmotor- bzw. elektrische Dieselmotor-Blockwerke zu errichten, deren Verbrauch an Benzol oder sonstigen Brennölen den Preis dieser Brennstoffe in die Höhe trieb und anderweitige unliebsame wirtschaftliche Folgen zeitigte. Die Kontingentierung des Stromverbrauchs beschränkte

sich jedoch nicht auf Deutschland. Auch in der Schweiz und in Holland wurden ähnliche Bestimmungen erlassen, während in Amerika die Kohlenersparnis herbeigeführt wurde durch Maßnahmen zur Absenkung der Spitzenbelastungen, wie sie teilweise auch in Deutschland geübt wurden, z. B. durch Staffelung des Beginnes und Schlusses der Arbeitszeit großer Industrieunternehmungen, Einschränkung der Reklamebeleuchtung und der Luxusbeleuchtung in öffentlichen Lokalen[22]). Die vorteilhaften Kohlengewinnungsverhältnisse auf den amerikanischen Gruben, besonders die der Oststaaten nähern sich ihrem Ende. Die Teufen werden tiefer und tiefer, die Wasserverhältnisse schwieriger und damit die Konkurrenzfähigkeit gegenüber dem Ausbau von Wasserkräften kleiner. Die hohen Kohlenerträge lassen es dabei vielfach auch den Kohlengruben als ratsam erscheinen, ihre hochwertigen Kohlen nicht mehr unter den eigenen Kesseln zu verbrennen, die Kohlen vielmehr zu verkaufen und mit billiger Wasserkraft erzeugte Elektrizität für ihren Betrieb von auswärts zu beziehen. Diese Verhältnisse treffen besonders auf Kohlengruben zu, die nahe am Wasserweg gelegen sind, so daß die Kohlentransportkosten verhältnismäßig gering und die Überseeverfrachtung einfach ist. In Amerika trifft dies z. B. für die Kohlengruben in den nordwestlichen Staaten zu, wo die über die Abhänge des Felsengebirges (Rocky Mountains) mit großem Gefälle zur See herab stürzenden Wasserläufe schon frühzeitig zum Betrieb von Elektro-Wasserkraftwerken herangezogen wurden. Wie bereits seit Jahren Klingenberg in Deutschland, so weist Ashley[23]) in Amerika auf die Notwendigkeit hin, durch enges Verkuppeln der Kraftnetze auf Ausgleich des Belastungsfaktors und Kohlenersparnis zu dringen. Am 1. Juli 1920 beauftragte die Geologische Landesstelle der Vereinigten Staaten eine Kommission unter Leitung des beratenden Ingenieurs W. S. Murray damit, einen Bericht auszuarbeiten über ein Großkraftwerksystem für die Gesamtversorgung des amerikanischen Ostens zwischen Boston und Washington und stellte hierfür einen Betrag von 125000 Doll. zur Verfügung, welcher um 26000 Doll. erhöht wurde durch freiwillige Beiträge der innerhalb dieses Versorgungsbereiches liegenden öffentlichen Verkehrsunternehmungen (einschließlich der privaten Vollbahnen) und Industrien. Der Bericht erstreckt sich auf eine Bodenfläche, auf welcher etwa ¼ der Gesamtbevölkerung der Vereinigten Staaten ansässig ist, die etwa 315 EWe und 96000 Industriekraftwerke enthält und von 18 Vollbahnen (in Amerika bekanntlich in Privatbesitz) mit rd. 30000 km Gleise bedient wird. Die Zusammenfassung der Elektrizitätsversorgung soll sowohl der Ersparnis an Brennstoffen in den Elektrizitätserzeugungstätten dienen als auch der an wertvollen Lokomotivkohlen, die durch weitgehnde Elektrisierung der Bahnen erzielt werden soll. Der Bericht soll etwa Mitte 1921 fertiggestellt sein und wird sicherlich zur Klärung der Frage erheblich beitragen, inwiefern die Zusammenfassung vom technischen und wirtschaftlichen Standpunkt aus vorteilhaft und gerechtfertigt ist. In diesem Sinne kann der Bericht auch mit Bezug auf unsere Verhältnisse von hohem Wert sein. Die Sozialisierung der Bergwerke und EWe ist in Deutschland, trotz des Gesetzes vom 31. XII. 1919[24]), noch in weitem Felde. So sieht sich die deutsche Industrie veranlaßt, ihre Werke nach Möglichkeit auf die Verfeuerung minderwertiger Brennstoffe, besonders von Braunkohle umzustellen und sich durch Erwerb von Braunkohlengruben oder Beteiligung an Braunkohlenzechen den erforderlichen Brennstoffbedarf sicherzustellen. Allerdings hat auch hier die Jagd nach den vorteilhaftesten Anlagegegenständen zwischen der Industrie, den Städten, Provinzen und Ländern die Preise außerordentlich in die Höhe getrieben, was in Verbindung mit den hohen Abbaukosten die Braunkohlenpreise sehr ungünstig beeinflußt hat. Es ist daher nicht verwunderlich, daß besonders an der Küste und an schiffbaren Flußläufen und Kanälen gelegene deutsche Werke von amerikanischer Steinkohle in Konkurrenz zur deutschen Braunkohle Gebrauch machen können. Zum mindesten wird die Steinkohle als Feuerung während der Zeit der Spitzenbelastung trotz des hohen Preises vielfach einen wirtschaftlicheren Betrieb ermöglichen und es der deutschen Industrie

gestatten, wertvolle Exportgüter zu erzeugen, die wir als Gegenwert für die Einfuhr aus dem Auslande unbedingt erforderlicher Rohstoffe herstellen müssen.

[1]) Mitt. des Ausschusses für wirtschaftliche Fertigung Heft 10 u. 11, ETZ S 654. — [2]) Mayersohn, Z. Ver. D. Jng. S 925; Auszug aus der Dissertation (Technische Hochschule, Berlin) über »Die Windkraftanlagen und ihre Anwendbarkeit in Palästina«. — [3]) E. Adler, Liebe, P. Schiemann, ETZ S 501, 663, 841. — [4a]) Taylor, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 444. — [4b]) El. Times, 6., 27. XI., 11. XII. 1920. — El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 747; Bd 87, S 708, 713. — Electr. (Ldn.) Bd 85, S 659. — ETZ S 1037. — [5]) Amet, Rev. Gen. El. Bd 8, S 445, 483, 531, 565. — Mangin, Rev. Gen. El. Bd 7, S 626. — [6]) G. W. Meyer, EW S 51. — [7]) Arrhenius, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 479. — Steinmetz, ETZ S 400. — [8]) Sympher, ETZ S 745, 945. — Block, ETZ S 765. — [9]) Britton, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 136 — Bergström, ETZ S 139. — [10]) Halbfaß, ETZ S 792. — G. Kapp, ETZ S 862. — [11]) Zederbohm, ETZ S 672. — Reindl, ETZ S 11, 156. — Mitt. Ver. EW S 209. — E. Adler, S 264. — [12]) Spethmann, ETZ S 310. — Steinmetz, ETZ S 400. — [13]) ETZ S 38, 39, 397. — [14]) EKB S 134, 140, 169, 177, 252. — ETZ S 877, 957. — El. Masch.-Bau S 123. — [15]) El. World Bd 76, S 329, 561, 563, 564. — EKB S 134. — [16]) Report of the Railroad Commission of California July 1. 1919, to June 30. 1920; EKB S 302. — [17]) Landsberg, ETZ S 354. — [18]) Zander, Mitt. Ver. EW S 83. — Bartel, ETZ S 865, 888, 932, 1045. — El. Anz. S 959, 963, 971. — [19]) Verbrennung minderwertiger Brennstoffe; El. World Bd 75, S 68, 947. — Z. Ver. D. Ing. S 245, 277, 327; ETZ S 637. — El. Masch.-Bau S 196, 410. — Torf- und Moorbewirtschaftung ETZ S 132, 590. — El. Anz. S 959, 963, 971. — Rev. Gen. El. Bd 8, S 483, 531, 565. — EKB S 126. — Holz und Holzabfälle El. Masch.-Bau S 398. — [20]) ETZ S 616, 637. — EKB S 243. — [21]) Mitt. Ver. EW S 85. — ETZ S 967. — [22]) Bull. Schweiz. EV S 18. — ETZ S 19. — Mitt. Ver. EW S 233. — El. Anz. S 956. — EKB S 245, 302. — [23]) Ashley, El. World Bd 74, S 942. — [24]) EKB S 248. — ETZ S 94, 103, 481, 925.

Einrichtungen des Kraftwerks.

Von Eugen Eichel, beratendem Ingenieur.

Das Damoklesschwert des Gesetzes betreffend die Sozialisierung der Elektrizitätswirtschaft hing drohend über den öffentlichen Elektrizitätsunternehmungen und hemmte in Deutschland fast jede Unternehmungslust zu Kraftwerkbauten und Erweiterungen. Eine gewisse Ausnahme bildeten die gemischtwirtschaftlichen und rein staatlichen Betriebe, die in großem Umfange den Ausbau von Wasserkraft bzw. die Verwertung minderwertiger Brennstoffe anstreben. Neben der Unsicherheit der Zukunft in wirtschaftspolitischer Hinsicht drückte die Kohlenknappheit und der hohe Rohstoffpreis, alle Einkaufspreise in die Höhe schraubend, auf die Unternehmungslust, und zwar nicht nur in Deutschland, sondern auch fast im gesamten Ausland. Die Hauptaufmerksamkeit konzentrierte sich aber auf die Stellen des Kraftwerkes, die Ersparnisse der Unterhaltungs- und Betriebskosten erforderten. Wesentlich war in noch größerem Umfange wie bisher der Kesselhausbetrieb. Während im Auslande nur der Wirtschaftlichkeit der Ausnutzung der Brennstoffe nach Möglichkeit Sorge getragen wurde, verlangte der uns aufgezwungene Export der Steinkohle außerdem eine beschleunigte Umstellung der deutschen Kraftwerke auf Braunkohlenbetrieb. Die Braunkohle mit ihrem hohen Wassergehalt — bis 60% — und hohem Feinaschegehalt — 2 bis 3% —, verbunden mit mäßigem Heizwert, stellt außerordentliche Anforderungen an den Betrieb und die Bedienung. Sämtliche Transportmittel, besonders die der Brennstoffzufuhr und Brennstoffrückständenabfuhr bedürfen einer Neueinstellung. Je größer das Werk von um so mehr grundlegender Bedeutung ist die genaue Kontrolle der Brennstoffwirtschaft bezüglich der Prüfung der Brennstoffe auf Wasser-, Aschen- und Wärmegehalt, der Brennstoffrückstände mit Bezug auf den Gehalt an unverbrannter Kohle, welch letzterer vielfach eine Aufbereitung auf Kohlenrückgewinnung bezahlt macht, sofern der Betrieb es nicht ermöglicht, eine rationellere Ver-

brennung der Kohle durchzuführen. Trautvetter[1]) bespricht in ausführlichen Referaten diese Fragen des Kraftwerk- — auch des Lokomotivbetriebes von Vollbahnen — an Hand von Vortragsberichten des Geschäftsführers des Reichskohlenrates, Generaldirektors Kongeter, Vertreters des Reichskommissars für die Kohlenverteilung Deutschlands, des Berichtes der Kraftquellenabteilung des Geologischen Instituts der Regierung der Vereinigten Staaten, des Sitzungsberichtes des Vereins der Zivilingenieure Frankreichs. Dettmar[2]) behandelt die Gesamtfrage in einem Büchlein unter dem Titel »die Beseitigung der Kohlennot« unter ausführlichem Hinweis auf eine große Anzahl von Literaturstellen. Grünhut[3]) berichtet über Kohlenbewirtschaftung in Amerika und England, während Kreyssig auf der Feuerungstechnischen Tagung der Hauptstelle für Wärmewirtschaft ausführlich über die Umstellung der Kesselfeuerung auf Braunkohlen spricht. Über rationelle Ausgestaltung der Kesselanlagen auswärtiger Kraftwerke berichtete auch Scoumanne[4]), über die planmäßige Überwachung der Kraftwerke, besonders die Durchführung aller für den Betrieb wichtigen Messungen von Dampfanlagen in Amerika Andree, in Deutschland Ott[5]). Die Messungen erfolgen neuerdings zum großen Teil ganz oder halb selbsttätig und beginnen mit den Waagen zur Bestimmung der Gewichte des hereinkommenden Brennstoffes, der Analyse seiner Eigenschaften und erstrecken sich dann auf alle weiteren Betriebseinzelheiten, die mit der Feuerung, den Feuerungsabgasen und Rückständen zusammenhängen. Wesentlich ist natürlich eine gute Unterweisung des Kesselhauspersonals im Unterhalten und Ablesen der Apparatur und seine persönliche, materielle Beteiligung am Ergebnis der Kesselhausersparnisse. Mehr wie sonst muß aber der Betriebsingenieur sich persönlich vom Gang des Feuerungsbetriebes, dem Zustande der Kessel und seiner Ausrüstungsteile überzeugen, um rechtzeitig für Abstellung von Mängeln Sorge tragen zu können, bevor sie zu erheblichen, jetzt sehr kostspieligen Reparaturen oder Erneuerungen Anlaß geben. Neben dem Brennstoff ist auch dem Kesselspeisewasser, sowohl mit Bezug auf Gebrauchsmenge als auch chemische Zusammensetzung aus obigen Gesichtspunkten große Aufmerksamkeit zu schenken und wo erforderlich, durch geeignete Wasserreinigungsanlagen der verhängnisvollen Kesselsteinbildung vorzubeugen. Vielfach ist ja der Kesselstein die Ursache sehr erheblicher Wärmeverluste und die Ursache von Schäden, die sich nicht nur auf die Kessel und Überhitzer sondern auch darüber hinaus auf Ventile und Dampfturbinen erstrecken.

Das Herauftreiben der Überhitzung des Dampfes zwingt zu weiterer Vorsicht im Vermeiden von Wasserschlägen, verursacht durch Kesselstein und zu besonderer Beachtung der guten Isolation aller Dampfleitungen. Bedienungsschwierigkeiten in Großkraftwerken liefern der mechanischen Aschenentfernung ein aussichtsreiches Feld der Betätigung. Scholtes[6]) gibt einen ausführlichen Überblick über die deutsche Praxis auf Grund einer Rundfrage bei den größeren Wärmekraftwerken Deutschlands und seine eigenen Erfahrungen beim Großkraftwerk Franken in Nürnberg. Ein Mittel, die Rückstandsmengen zu verkleinern und die Feuerung selbst zu erleichtern, besteht bekanntlich auch in der Pulverisierung der Kohle, die neuerdings größere praktische Bedeutung erlangt, nachdem es gelungen ist, gestützt auf die Erfahrungen in der Zementherstellung, ein Kohlenpulver von besonders gleichmäßig feiner Körnung herzustellen, ohne störende Staubentwicklung, und zwar zu mäßigen Erstellungskosten. Erhebliche Fortschritte scheinen in dieser Beziehung bereits in Amerika gemacht worden zu sein, wo besonders die Milwaukee El. Railway & Light Co. bereits seit 2 Jahren nach einem Bericht von Anderson[7]) in ihrem Kraftwerk für Licht und Bahnstrom (also unruhiger Betrieb mit starken Spitzenbelastungen) 5 Kessel, 344 kW, mit Kohlenstaubfeuerung betreibt. Auch Rau[8]) berichtet über günstige Erfahrungen mit Kohlenstaubfeuerung im Kraftwerk der Philadelphia Rapid Transit Co. (10000 kW Leistung). Wie die Kohlenstaubfeuerung, so bildet auch die Ölfeuerung je nach Kohlenpreis und Erhältlichkeit eine mehr oder weniger erhebliche Konkurrenz, der als besondere Annehmlichkeit reinlicher Betrieb, niedrige Bedienungskosten und große Anpassungsfähigkeit an die

jeweilige Kesselbelastung nachgerühmt wird[9]). Das neue im Bau befindliche »Delaware«-Kraftwerk der Philadelphia El. Co. mit 180000 kW Gesamtleistung ist daher so gebaut, daß je nach den günstigsten Konjunkturumständen die Kessel entweder mit hochwertiger Kohle oder mit Kohlenstaub bzw. Öl befeuert werden können. Ein noch idealerer Brennstoff ist natürlich das Gas, welches in Amerika in Form des Naturgases in größerem Umfange als in Europa Verwendung findet, wo hingegen mehr Hoch- und Koksofengas verwendet wird[10]).

Die neuere Wärmetechnik befaßt sich theoretisch und praktisch mit der Frage, ob es zweckmäßig sei, überhaupt die Kohle unter den Kesseln zu verbrennen, oder vielmehr die Brennstoffe zu vergasen bzw. zu entgasen, und zwar unter Gewinnung hochwertiger Nebenerzeugnisse, Öl, Paraffin, Düngemittel u. dgl., je nachdem es sich um die Vergasung oder Verschwelung von Stein- oder Braunkohle, Torf, Holz oder sonstiger Brennstoffe handelt. Dettmar, Köngeter, zur Nedden, Rummel, Kreyssig, Landsberg, Roser (Thyssen in Mülheim) sowie Wittfeld und Fischer (Kaiser Wilhelm-Institut für Kohleforschung) berichteten[11]) über die Versuche der Ingenieure und Gelehrten, der Industrie und Behörden sowie der Fachorganisationen und Forschungsinstitute zur praktischen Lösung der schwierigen Aufgabe. Im engen Zusammenhang mit der Gaserzeugung steht naturgemäß der dringende Wunsch nach der Entwicklung wirklicher Großgasmaschinen, besonders aber der Großgasturbinen, an deren praktischer Entwicklung Holzwarth[12]) unentwegt weiterarbeitet. Die praktische Verwendung von Hochofengas, Koksofen- und Generatorengas setzt eine gründliche Reinigung von mitgerissenen Staubteilchen voraus, die die Anlagekosten erhöht und die Betriebskosten steigert, aber zwecks störungsfreier Aufrechterhaltung des Großgasmaschinenbetriebes unbedingt erforderlich ist[13]). Wie Holzwarth mit Bezug auf die Gasturbine und Ölturbine, so arbeitet Emmet[14]) bei der General Electric Co. in Amerika an der Entwicklung von Quecksilberdampfkesseln zum Betrieb von Turbinen, wobei der Quecksilberabdampf in einen Kondensator geleitet wird, der wieder als Dampferzeuger dient und zum Betrieb von Niederdruckdampfturbinen Gelegenheit bietet. Die Versuche haben bereits zur Ausführung einer Maschineneinheit mit einem Quecksilberdampfkessel von 1000 kW geführt.

Wie zu erwarten, kamen im Jahre 1920 einige ausfürliche Beschreibungen der während des Krieges gebauten Großkraftwerke heraus, welche als maßgebende Beispiele der zurzeit vorteilhaftesten Ausführungen derartiger Großkraftwerke gelten können. Verwiesen sei auf die Arbeiten von Klingenberg[15]) und den ergänzenden Bericht von Probst[16]) über das Großkraftwerk Golpa (vgl. JB 1919, S. 77). Von besonderem Interesse ist auch der Aufsatz von Cramer[17]) über »Betriebserfahrungen im französischen Großkraftwerk Valenciennes« mit 4 je 6500 kVA Dampfturbinen, das während des Krieges unter deutscher Oberleitung ausgebaut und vom Starkstromkommandeur der II. Armee betrieben wurde. Weitere Einzelheiten über das während des Krieges ausgebaute Kraftwerk Muldenstein zur Versorgung der el. Zugförderungsanlage Magdeburg-Leipzig-Halle gab Heyden[18]). Erwähnenswert sind noch die amerikanischen Vorschläge von Reist und Buck[19]), große Wasserkraftwerke nach Art der bekannten Freiluft-Unterwerke auszuführen. Die Maschineneinheiten sind dabei stehend gedacht, die Wasserturbinen überbaut, die Dynamomaschinen jedoch im Freien stehend nur spritzsicher ausgeführt. Die Schaltanlage, zusammen mit Meßtransformatoren und Meßgeräten sollen in einem besonderen Gebäude stehen, die Transformatoren und Höchstspannungssammelschiene wieder als Freiluftanlage gebaut werden. Die Freilufttransformatoren-Unterwerke haben sich ja in Amerika so gut bewährt, daß sie dort als normal anzusprechen sind, und beginnen sich, der amerikanischen Praxis folgend, auch in der übrigen Welt Eingang zu verschaffen. In Deutschland steht man der Frage allerdings noch ablehnend gegenüber, geht sogar so weit, daß man z. B. das Unterwerk Moabit der städtischen Elektrizitätswerke für die Fernleitung von Golpa (110 kV) als eigenes Gebäude in den Großmaschinenraum des bestehenden Dampfkraft-Werkes hineinbaute. Ein

Hauptinteresse wird zurzeit der Frage entgegengebracht, auf welche Weise man Höchstspannungsfernleitungen und vielfach verkettete Hochspannungsfernleitungen betriebssicher gestalten und ev. Störungen der Leitungen daran hindern kann, sich auf Transformatoren und Kraftwerkausrüstungen auszudehnen.

Über die Schutzeinrichtungen der Großkraftübertragungen hielt Schrottke[20]), über den Überstrom- und Überspannungsschutz sowie Sicherheitsgrad bei Elektrizitätswerken Petersen[21]) einen ausführlichen Vortrag auf der Jahresversammlung des VDE, über die Großkraftübertragung selbst Tröger[22]).

Zur Behebung von Störungen im Kraft- und Unterwerksbetrieb und der zugehörigen Leitungen müssen schließlich neben den gewöhnlichen Fernsprechanlagen nach Nübel[23]) die jüngsten Kinder der Technik, die drahtlose Telegraphie und Telephonie und das Flugzeug beitragen, worüber auf dem Verbandstage der Pionier der deutschen Radiotechnik, Graf Arco, ferner Fischer, Gewecke, Nübel und Meißner, in Amerika Iler, berichteten[24]).

[1]) Trautvetter, EKB S 243, 245, 252. — [2]) Dettmar. ETZ S 521, 545, 564. — [3]) Grünhut, El. Masch.-Bau S 119. — [4]) Scoumanne. Rev. Gen. El. Bd 8, S 799. — [5]) Andree, El. World Bd 76, S 922, 1014. — M. Ott, Zeitgemäße Kesselanlagen für el. Kraftwerke, Hannover-Linden. — [6]) Scholtes, EKB S 217. — [7]) Anderson, El. Rlwy, J. Bd 55, S 473. — El. World Bd 75, S 589. — ETZ S 473, 755. — [8]) Rau, El. Ry. J. Bd 55, S 1094. — ETZ S 755. — [9]) El World Bd 74, S 928, 1100; Bd 75, S 727. 1483; Bd 76, S 326. — [10]) El. Rev. (Ldn.), Bd 84, S 349; Bd 86, S 409. — [11]) Zusammenfassender Bericht s. [1]); Dettmar s. [2]). — Köngeter, EKB S 243, mit zur Nedden, S 247. — Rummel, EKB S 246. — Z. Ver. D. Ing. S 565. — Kreyssig, Z. Ver. D. Ing. S 844. — Mitt. Ver. EW S 249. — Landsberg, EKB S 246. — ETZ S 963. — Z. Ver. D. Ing. S 565. — Roser, EKB S 246. — Z. Ver. Ing. S 857. — Stahl u. Eisen S 349, 387. — Wittfeld, EKB S 247. — W. H. Patchell, El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 379. — [12]) Holzwarth, Z. Ver. D. Ing. S 197. — [13]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 164. — [14]) Emmet, Power 3. August 1920. — [15]) Klingenberg, ETZ S 561, 587, 609, 630, 650. — El. Kraftbetr. S 66. — [16]) Probst, ETZ S 665, 687. — [17]) Cramer, ETZ S 528. — [18]) Heyden, EKB S 2, 9, 129, 145, 176, 185, 193. — [19]) E. Philippi, ETZ S 875. — Korff, S 676. — Hayes u. Coates, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 190. — Maclean, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 554. — Reist u. Buck, El. World Bd 72, S 1068. — Electr. (Ldn.) Bd 85, S 131, 137. — [20]) Schrottke, ETZ S 827, 848, 989, 1016. — [21]) Petersen, ETZ S 834. — [22]) Tröger, ETZ S 905, 927, 989, 1016. — [23]) Nübel, ETZ S 771. — [24]) Graf Arco, Fischer, Gewecke, Nübel u. Meißner, ETZ S 785, 1042, 1021, 670, 125, 323. — Iler, El. World Bd 75, S 376.

Ausgeführte Anlagen und Statistik der Elektrizitätsversorgung.

Von Oberingenieur Joh. Sessinghaus.

Europa.

Deutschland. Die Frage der Elektrizitätsversorgung der Provinz Ostpreußen ist durch einen Beschluß des Provinziallandtages zum Abschluß gebracht[1]). Für den Bau und Betrieb der Kraftwerke und des Oberspannungsnetzes nebst Hauptstationen sind die Ostpreußische Kraftwerke, A.-G., und für den der Mittelspannungs- und Ortsnetze nebst Ortsstationen die Überlandzentrale Ostpreußen, A.-G., gegründet worden (vgl. S. 72). — Die Kraftversorgung Berlins usw. aus den Kraftwerken Zschornewitz und Lauta-Spremberg wird erläutert[2]). — Über die elektrischen Einrichtungen des Kraftwerkes Golpa berichtet H. Probst[3]). — Die Erweiterungen des Großkraftwerkes Franken in den Kriegsjahren werden von G. Maaß[4]) beschrieben, Betriebserfahrungen mit den verschiedenen Einrichtungen mitgeteilt, Neuerungen auf dem Gebiete der Dampfkesselanlagen, Ascheförderung und Wasserreinigung besprochen. — Das für 45000 kW gebaute Wasserkraftwerk Laufenburg a. Rh. wird von K. Thielsch[5]) behandelt. — Über das Bayernwerk verbreitet sich W. Heym[6]). Die Energielieferung des Walchenseewerkes genügt nicht; es ist geplant, die Wasserkräfte der Isar, des Lechs und die Braunkohlenfelder von Haidhof und Dettingen heranzuziehen. Für die 1. Ausbaustufe sind 110000 kW,

für die 2. Ausbaustufe 220000 kW angesetzt. Es stehen dann noch 500000 kW zur Verfügung.

Österreich-Ungarn. R. Beron[7]) gibt einen Auszug aus dem Verwaltungsbericht 1917/18 der Wiener EW. Es werden Maßnahmen zur Verminderung des Kohlenverbrauches getroffen. Eine Darstellung der Vergrößerung der baulichen, maschinellen und elektrischen Anlagen wird gegeben. — Die obere Stufe der Großarler-Ache, welche bei 4,5 m^3/s und 98 m Gefälle 3200 kW liefert, wurde während des Krieges in Betrieb genommen. Nunmehr soll die 2. Stufe, in der 6 m^3/s bei 162 m Nutzgefälle zur Verfügung stehen, ausgebaut werden[8]). — R. Hofbauer[9]) hat eine Denkschrift über die Ennskraftwerke im Gesäuse verfaßt. Es werden 8 Aggregate von je 12000 kW vorgesehen.

Schweiz. Die 3 neuen schweizerischen Großkraftwerke Olten-Gösgen, Eglisau und Mühleberg werden von Huguenin[10]) beschrieben. — Die Wasserkraftanlage Gösgen an der Aare der A.-G. EW Olten-Aarburg wird ganz besonders ausführlich in ihren Wasserbauten, maschinellen und elektrischen Anlagen behandelt[11]). — Für ein Aushilfskraftwerk der Stadt Lugano wurden 2 Dieselmotoren von je 1800 kW vorgesehen[12]).

Schweden. Das staatliche Dampfkraftwerk Västerås dient zur Aushilfe für die Älfkarleby- und Trollhättan-Wasserkräfte; es bildet den Schlußstein in der staatlichen Kraftversorgung[13]). — Der Ausbau der schwedischen Wasserkräfte im Jahre 1919 wird kurz skizziert[14]).

Spanien. Blumenthal[15]) gibt in großen Zügen ein Bild der Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft in Spanien seit den 80er Jahren unter weitgehender Ausnutzung der im Lande verfügbaren Wasserkräfte. Es werden die Aussichten erörtert, die sich der deutschen Elektroindustrie eröffnen.

Frankreich. Bei Paris wird ein neues bedeutendes Kraftwerk von rd. 200000 kW erstellt, in dem Zoelly-Turbinen von 35000 kW aufgestellt werden[16]). — Eine 230 km lange Fernleitung für 110 kV ist zwischen dem lothringischen Dampfkraftwerk Vincey und dem schweizerischen Wasserkraftwerk Gösgen erstellt worden[17]). — D. Eydoux und P. Leboucher[18]) beschreiben besonders eingehend das Wasserkraftwerk Eget nebst 120 kV Leitung. — E. Cramer[19]) behandelt das Großkraftwerk Valenciennes, welches die heutige französisch-belgische Technik kennzeichnet und teilt Betriebserfahrungen mit. — Die künftige Elektrizitätsversorgung in Frankreich wird besprochen[20]).

England. Über ein hochinteressantes Projekt eines Groß-Flutkraftwerkes an der Severn-Mündung wird berichtet[21]). Es ist ein Kraftwerk von 370000 kW bei täglich 10stündigem Betrieb und eins zum Ausgleich bzw. Aufspeicherung von Springfluten für eine Spitzenleistung von 750000 kW vorgesehen. Die durch die Anlage herbeigeführte Kohlenersparnis wird auf 3,5 Mill. t geschätzt. Als Absatzgebiet kommen die südwalisischen Kohlengruben (50 km), das Industriezentrum London (176 km) und das Industriegebiet von Birmingham (115 km) in Frage. — Über die el. Kraftversorgung der Longbridge Werke der Austin Motor Co. in Northfield bei Birmingham werden Angaben über Dampfkessel, Turboaggregate und Schaltanlagen gemacht[22]). — Bei den Erweiterungsbauten in Darlington wurden zwei Turbogeneratoren zu 3000 kW nach Fraser & Shalmers und Siemens mit den erforderlichen Hilfsapparaten aufgestellt[23]). — Die Erweiterungen in den Clyde-Thal Kraftstationen[24]), das EW Kingston-upon-Thames[25]) und das EW Wolverhampton[26]) werden in El. Rev. beschrieben. Das Dalmarnock-Großkraftwerk in Glasgow (200000 kW) wird zunächst zur Hälfte ausgebaut; 16 Babcock-Wilcoxkessel von je 630 m^2 Heizfläche und 28000 kg Dampf, sowie 5 Turbogeneratoren von 15000 kW werden aufgestellt[27]). — J. S. Watson[28]) bespricht die verschiedenen Erweiterungen des Kraftwerkes Newcastle-upon-Tyne.

Amerika.

Nordamerika. L. J. Moore[29]) bringt eine Beschreibung der beiden von der San Joaquin Light und Power Corporation betriebenen halbautomatischen

Werke mit Asynchrongeneratoren. — Der heutige Zustand der beiden Kraftwerke der New Yorker Hoch- und Untergrundbahnen (180000 bzw. 183000 kW) wird kurz beschrieben[30]). — Belt[31]) berichtet über Erfahrungen mit selbsttätigen Wasserkraftelektrizitätswerken. Eine Anlage in Iowa besteht aus 3 zweiphasigen Synchrongeneratoren für je 400 kW, 60 Per/s, die von stehenden Turbinen angetrieben werden. Sie sind an ein Netz angeschlossen, das von einem Hauptkraftwerk von 20000 kVA Leistung gespeist wird. — In dem ferngesteuerten Wasserkraft-EW der Ontario Power Co. in Kalifornien ist ein Peltonrad mit direkt gekuppeltem Drehstromgerator für 500 kVA bei 11,5 kV aufgestellt. — Ein Unterwerk von 15000 kVA wurde in St. Louis errichtet, das in mehrfacher Hinsicht bemerkenswert ist[32]). — Die Montana Power Co hat 13 Wasserkraftwerke mit 212000 kW zusammengeschlossen, die ohne jede Dampfreserve eine sichere Stromversorgung für Berg- und Hüttenwerke sowie Bahnanlagen zu vorteilhaftem Preise gewährleisten[33]). Von der Washington Water Power Co wurden weit auseinander liegende Gemeinden angeschlossen[34]). — Die Southern Power Co in Nord-Karolina hat ein Wasserkraftwerk von 70000 kW mit Außenschaltanlage errichtet[35]). Sechs Generatoren mit je 14000 kVA arbeiten auf Transformatoren, welche die Spannung auf 100000 V erhöhen. — Zwecks Erhöhung der Leistungen ihrer Wasserkraftanlagen hat die gleiche Gesellschaft ein großes Staubecken von 352 Mill. m³ Inhalt am Catawbafluß errichtet. Es werden von dort 7 Kraftwerke mit 225000 kVA Gesamtleistung gespeist und außerdem 4 Dampfreserveanlagen mit 36500 kVA und eine weitere Wasserkraftanlage von 22500 kVA betrieben[36]). — F. G. Baum[37]) behandelt die Fortschritte und Aussichten in der Kraftversorgung im fernen Westen, wonach 2 Mill. kW in den Kraftanlagen in Kalifornien nutzbar gemacht werden können. — Die Knoxville Power Co hat den kleinen Tennesseefluß mit einer 1527 m langen Leitung für 150 kV überspannt. Die Stahl-Aluminiumseile haben 29 mm Außendurchmesser. Die Stahlseele besteht aus 37 Drähten zu 3,2 mm Durchmesser, die Aluminiumhülle aus 22 Drähten zu 3,8 mm Durchmesser[38]). — In Süd-Vermont wurden große Wasserkraftanlagen zusammengeschlossen[39]). — Die Wasserkraftanlagen Südkaliforniens leiden seit 4 Jahren unter erheblichem Wassermangel, welcher die San Joaquin Light & Power Corp. veranlaßte, ein Großkraftwerk zu bauen, das mit Naturgas arbeiten wird[40]). Man hofft hierdurch mit einem Drittel der Brennstoffkosten auszukommen, gegenüber Rohölfeuerung. Das Kraftwerk wird an die vorhandene 110 kV Leitung angeschlossen.

Asien.

Japan. Eine 224 km lange Freileitung zwischen Seto und Osaka soll mit 160 kV und 60 Per/s bei geerdetem Nullpunkt betrieben werden[41]). Sie bildet das Glied einer Kraftübertragung für 200000 kW mit 640 km Fernleitung. Eine Reihe von Kraftwerken wird parallel arbeiten.

Australien.

Ein neues Braunkohlenkraftwerk soll Melbourne und Umgebung mit billigem Strom versorgen[42]). Das Werk erhält 3 Turbodynamos von je 25000 kW. Die Fernleitung wird für 130 kV vorgesehen.

Statistik.

Deutschland. H. Osten[43]) berichtet über die Betriebsergebnisse eines landwirtschaftlichen Überlandwerkes und bespricht die Ergebnisse der Statistik eines Überlandwerkes und ihre Auswertung.

Nach dem Bericht des RWE[44]) wurden abgegeben in Millionen kWh:

1913/14: 290 — 1914/15: 293 — 1915/16: 388 — 1916/17: 555 — 1917/18: 772 — 1918/19: 688. Der Rückgang im letzten Jahre ist auf den geringen Kraftverbrauch der Industrie infolge Aufhörens der Kriegsindustrie zurückzuführen.

Die Erhöhung der Grundpreise für Licht- und Kraftstrom zeigt folgendes Bild[45]):

Licht-Grundpreise in Pfg./kWh	Zahl der Werke (Klammerwerte Wasserkraft)		Kraft-Grundpreise in Pfg./kWh	Zahl der Werke (Klammerwerte Wasserkraft)	
Unter 100	37	(19)	Unter 50	32	(19)
101—140	56	(17)	51— 70	41	(9)
141—180	96	(26)	71— 90	61	(15)
181—220	65	(6)	91—110	76	(14)
221—260	62	(5)	111—130	60	(9)
261—300	36	(4)	131—150	41	(5)
über 300	16	(2)	über 150	63	(3)
	368	(79)		374	(74)

Die derzeitigen Grundpreise sind im Mittel für Licht 180 Pf. und für Kraft 100 Pf.

Österreich-Ungarn. Der Elektrotechnische Verein in Wien hat nach sechsjähriger Unterbrechung eine Neuauflage der Statistik der EW und el. Bahnen Österreichs herausgegeben. Hiernach sind 463 in Bau bzw. Betrieb befindliche EW im Jahre 1920 gegenüber 933 im Jahre 1914 vorhanden, deren Betriebskraft sich wie folgt verteilt:

Betriebskraft	Zahl der Werke	Gesamtleistung in kW
Wasser	274	120 000
Wasser und Dampf bzw. Gasmaschinen	81	64 000
Dampf	14	157 000
Gas- und Verbrennungsmaschinen	39	3 650
Verschiedene Betriebskräfte oder unbekannt	20	—
Elektrizität, Bezug von fremden Werken	35	—
Zusammen	463	344 650

L. Rosenbaum[46]) gibt eine zahlenmäßige Übersicht über Verwendung der Stromart und Spannung der öffentlichen EW, bespricht die Ergebnisse der Statistik der österreichischen EW nach dem Stande vom 1. Januar 1920 und gibt im Anschluß an diese Statistik einige Auszählungen und Zusammenstellungen betr. den Anschlußwert, die Stromabgabe, Zähler, Tarife und Strompreise. Sodann wird die Wirtschaftlichkeit des Ausbaus der Wasserkraftanlagen näher erörtert. — R. Beron[47]) verbreitet sich über die städt. EW in Wien.

Schweiz. Mißlin[48]) beschreibt die Entwicklung der schweiz. Wasserkraftanlagen; es sind zu Anfang 1920 noch etwa 2,8 Mill. kW oder 82 vH der erreichbaren Leistung verfügbar. — Nach dem Jahresbericht der N. O. Schweiz. Kraftwerke[49]) hat der Energieabsatz von 149 kW im Jahre 1916/17 auf 222 Mill. kWh im Jahre 1918/19 zugenommen. Für 1924/25 wird mit 346 Mill. kWh gerechnet. Die N.O.K. planen daher die Errichtung von 3 neuen Werken (Etzel-, Wäggital- und Gippinger Werke). — Über die Zunahme des Energieverbrauches in schweizerischen EW bringt E. Kohler[50]) eine interessante Zusammenstellung:

	Mill. kWh 1915	Mill. kWh 1918	Zunahme %
Bernische Kraftwerke A.-G.	77,7	152	95
E. W. Wangen	33,1	48	45
N. O. Schweizer. Kraftwerke	99,7	185,6	86
E. W. Kanton Zürich	36,8	83	125
Comp. vaudoise de Joux et le l'Orbe	31,2	41	31
EW Stadt Bern	17,9	25,2	40,5
EW Stadt Zürich	90,8	122,6	35
Service ind. de la ville de Genève	37,1	44,4	19

Der zukünftige Bedarf der Schweiz wird bei einer Ausbaufähigkeit von 6 Mill. kW entsprechend 20 Milliarden kWh auf nur 4,6 Milliarden kWh geschätzt, so daß für den Export über 15 Milliarden kWh verbleiben. Im Jahre 1918 wurden nur 326 Mill. kWh ausgeführt.

Norwegen. Nach den Jahresberichten der staatlichen Inspektoren[51]) haben sich die el. Anlagen wie folgt weiterentwickelt:

	31. 12. 18.	31. 12. 17.	1. 7. 16.
Zahl der Stromerzeugungsanlagen	1 887	1 760	1 620
Gesamte Generator-Leistung in kW	1 270 227	1 028 758	888 363
Für Motoren verwendete kW	362 258	343 273	241 292
Für elektrochemische Zwecke verwendete kW	568 386	478 763	424 335

Die durchschnittliche Größe der Anlagen ist von 585 kW im Jahre 1917 auf 673 kW im Jahre 1918 gestiegen.

Belgien. K. Pietzsch[52]) bespricht die Entwicklung der belgischen EW vor und während des Krieges.

Frankreich. Nach der Statistik[53]) gab es 6819 EW im Jahre 1918 gegen 5389 im Jahre 1912 einschl. der privaten Anlagen. In diesem Zeitraum ist die Leistung von 575200 auf 667000 kW, der Anschlußwert von 803870 auf 1210450 kW gestiegen. Von 1571 privaten Anlagen mit einer Gesamtleistung von 261800 kW sind 593 mit Wasserturbinen, 584 mit Dampfkraft, 187 mit Verbrennungsmotoren und 207 mit Akkumulatoren ausgerüstet. Ende 1919 waren an Wasserkräften rd. 1 Mill. kW gegen 550000 kW im Jahre 1914 ausgenützt.

England. Über die Entwickelung der Stromlieferung in Groß-London gibt der Bericht des London County Council interessante Zahlen[54]).

Nordamerika. Ein deutliches Bild der großzügigen Entwicklung, welche der Ausbau von großen EW in den Vereinigten Staaten und Kanada in den letzten Jahren genommen hat, gibt eine Zusammenstellung von 73 Hochspannungsanlagen mit Spannungen von 44 kV und darüber[55]).

Nach den Übertragungsspannungen zeigt sich folgendes Bild:

Übertragungs-spannung in kw	Zahl der Anlagen	Gesamt-leistung	Perioden 50	Perioden 25	Andere
150 und darüber .	3	rd. 280 000	57	10	6
100 bis 150	21	» 2 150 000			
70 » 99	7	» 325 000			
60 » 66	28	» 1 650 000			
50 » 57	5	» 250 000			
44 » 49	9	» 380 000			
Zusammen	73	5 035 000	57	10	6

Nach Ausbaugröße und Betriebskraft gruppieren sich die Werke:

Ausbaugröße in 1000 kW	Zahl der Anlagen	Betriebskraft Wasser	Betriebskraft Dampf	Betriebskraft W + D	Ges. Leistung in Mill. kW gegenwärtiger Ausbau	Ges. Leistung in Mill. kW nach vollem Ausbau
Über 100	21	6	3	12	rd. 2,75	4,2
50—100	13	27	6	15	» 2,3	rd. 3
25— 49	16					
10— 24	12					
unter 10	7					
	69¹)	33	9	27	rd. 5,0	rd. 7,2
				davon Wasserkraft	rd. 3,8	rd. 5,4
				» Dampfkraft	» 1,2	» 1,8

¹) 4 unbekannt.

Nach der Generatorspannung ergibt sich:

Generatorspannung in kV	Zahl der Anlagen	Geerdet	Nicht geerdet	Zum Teil geerdet und unbekannt
13,2	3			
10—12	10			
6— 6,6	6	10	31	28
unter 6	18			
versch. Spannung	32			
	69[1])	10	31	28

[1]) 4 unbekannt.

Die größeren Anlagen in den Vereinigten Staaten und Kanada weisen Ende 1919 eine Gesamtleistung von 5 890 000 kW auf[56]).

Die Ergebnisse der EW in den Jahren 1914 bis 1919 zeigt nachstehende Zahlentafel[57]):

	1914	1915	1916	1917	1918	1919
Mill. kWh	16 591	18 402	23 400	27 327	30 251	38 795
Zunahme %		10,9	27,2	16,8	10,7	28,2
Mill. $	337	361	422	491	542	775
Zunahme %		7,1	16,9	16,4	10,4	43

57 der größten Kraftanlagen haben im Jahre 1919 jede über 100 Mill. kWh abgegebenen und von diesen 27 Anlagen über 400 Mill. kWh[58]).

Eine Statistik der el. Anlagen in amerikanischen Wohnstätten wurde von der El. World[59]) veröffentlicht. Von der Bevölkerung, die im Bereich von EW wohnt, leben 58,8% in el. beleuchteten Häusern, von der Gesamtbevölkerung dagegen nur 30,7%. — Eine weitere bemerkenswerte Statistik[60]) zeigt das Anwachsen der Zahl der Licht- und Kraftstromabnehmer für die Jahre 1915/20.

Von den kanadischen Wasserkraftanlagen sind 1,7 Mill. kW ausgebaut, während 14 Mill. verfügbar sind. Die jetzige Wasserkraftausnutzung entspricht einem Gegenwert von 40 Mill. t Kohle[61]).

Die gewaltige Entwicklung der amerikanischen EW in den Jahren 1902 bis 1920 zeigt nachstehende Zahlentafel[62]):

Landesteil	Leistung der Generatoren in 1000 kW				
	1902	1907	1912	1917	1920
Neuengland	162,8	289,4	514,9	918,1	1 359,2
Mittelatlantische Staaten . .	354,8	765,1	1 378,8	2 371,8	2 865,3
Südatlantische Staaten . . .	62,3	195,3	412,8	2 734,7	1 310,7
Nördliche Mittelstaaten . .	375,5	805,1	1 580,7	2 868,9	4 404,1
Südliche Mittelstaaten . . .	82,2	166,0	308,4	608,8	897,3
Östliche Gebirgsstaaten . .	66,0	151,0	261,1	534,1	577,4
Pacificstaaten	108,7	337,4	678,0	964,8	1 346,9
Vereinigte Staaten	1 212,3	2 709,3	5 134,7	11 001,2	12 760,9

[1]) G. Siegel, ETZ S 114. — [2]) ETZ S 531. — [3]) H. Probst, ETZ S 665. — [4]) G. Maaß, Z. Ver. D. Ing. S 269, 299. — [5]) K. Thielsch, Mitt. AEG S 12. — [6]) W. Heym, El. Umschau S 103, 117, 131. — [7]) R. Beron, El. Masch.-Bau S 144. — [8]) El. Masch.-Bau S 283. — [9]) R. Hofbauer, El. Masch.-Bau S 436. — [10]) Huguenin, El. Kraftbetr. S 311. — [11]) Schweiz. Bauztg. Bd 75, S 1, 11, 23, 37, 83, 93, 177, 188, 199, 209, 249, 263, 273, 286. — [12]) N. Sacchi, Schweiz.

Bauztg. Bd 74, S 222. — [13]) ETZ S 112. — [14]) El. Kraftbetr. S 197. — [15]) ETZ S 245. — [16]) Schweiz. Bauztg. Bd 75, S 55. — [17]) P. Meyer, Rev. Gén. El. Bd 7, S 589. — [18]) D. Eydoux u. P. Leboucher, Rev. Gén. El. Bd 8, S 5, 37, 75, 103, 145. — [19]) ETZ S 528. — [20]) ETZ S 277. — [21]) ETZ S 1037. — [22]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 196. — [23]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 324. — [24]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 547. — [25]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 643. — [26]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 132. — [27]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 324. — [28]) J. S. Watson, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 620. — [29]) L. J. Moore, El. World Bd 74, S 1148. — [30]) ETZ S 591. — [31]) ETZ S 815. — [32]) El. World Bd 75, S 883. — [33]) El. World Bd 75, S 1041. — [34]) El. World Bd 75, S 1051. — [35]) W. S. Lee u. R. Pfaehler, El. World Bd 75, S 1073. — [36]) W. S. Lee u. R. Pfaehler, El. World Bd 75, S 1299. — [37]) F. G. Baum, El. World Bd 75, S 1189. — [38]) El. World Bd 75, S 1215. — [39]) El. World Bd 76, S 9. — [40]) El. Kraftbetr. S 302. — [41]) El. World Bd 76, S 254. — [42]) ETZ S 897. — [43]) H. Osten, Mitt. Ver. EW. S 259, 275. — [44]) El. Kraftbetr. S 39. — [45]) Mitt. Ver. EW. S 110. — [46]) L. Rosenbaum, El. Masch.-Bau S 208, 381, 420. — [47]) R. Beron, El. Masch.-Bau S 608. — [48]) ETZ S 395. — [49]) El. Masch.-Bau S 208. — [50]) E. Kohler, Techn. u. Ind. Heft 15. — [51]) ETZ S 200. — [52]) K. Pietzsch, ETZ S 191. — [53]) Rev. Gén. El. Bd 7, S 98. — [54]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 235. — [55]) El. World Bd 75, S 1075. — [56]) El. World Bd 75, S 162. — [57]) El. World Bd 75, S 1000. — [58]) El. World, Bd 75, S 1098. — [59]) El. World Bd 75, S 1133. — [60]) El. World Bd 76, S 101. — [61]) El. World Bd 76, S 229. — [62]) El. World Bd 76, S 333.

V. Elektrische Beleuchtung.

Beleuchtungsanlagen. Lampen und Zubehör. Von Privatdozent Dr.-Ing. N. A. Halbertsma, Eindhoven.

Beleuchtungsanlagen.

Von Privatdozent Dr.-Ing. N. A. Halbertsma.

Allgemeines. Zu Anfang des Jahres wurden die »Leitsätze für die Innenbeleuchtung der Gebäude« von der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft veröffentlicht[1]). Hiermit ist der erste Schritt getan zur Aufstellung von Beleuchtungsnormalien. Vorläufig fehlt noch das umfangreiche Material praktischer Beleuchtungsmessungen, das als Unterlage für die Aufstellung zahlenmäßiger Forderungen für Beleuchtung und Blendungsfreiheit dienen kann. Die Verarbeitung derartigen Materials in die genannten Leitsätze wäre Vorbedingung für ihre Umsetzung in Vorschriften, denen bindende Kraft zukommt. In zahlreichen der Vereinigten Staaten von Amerika sind derartige »Lighting codes« schon in Kraft[2]). Murphy[3]) berichtete über die Beleuchtungsvorschriften in Oregon.

Physiologisches. Eine Übersicht über die physiologischen Faktoren der Beleuchtungstechnik (Grenzen der wahrnehmbaren Helligkeiten und Kontraste, Blendung, günstigste Sehverhältnisse) gab Nutting[4]). Kelen[5]) versuchte die Helligkeitsempfindung des Auges für Licht verschiedener Wellenlänge durch eine vereinfachte Formel angenähert darzustellen. Einen Beitrag zur photo-el. Theorie des Sehvorganges gab Poole[6]). Als erste einer Reihe von Untersuchungen über den Einfluß der Beleuchtung auf das Sehen ließ Lux[7]) eine Arbeit über die erträglichen Helligkeitsunterschiede auf beleuchteten Flächen erscheinen. Liebe[8]) bestimmte die Helligkeitsschwankung el. Lampen bei verschiedenen Frequenzen. Karrer und Tyndall[9]) untersuchten im Bureau of Standards die Empfindlichkeit des Auges für Helligkeitskontraste. Um einen Beitrag zur Klärung der Blendungserscheinungen zu liefern, hat Harrison[10]) die Aufgabe von der praktischen Seite angefaßt und durch eine Reihe von Beobachtern die durch verschiedene Lichtquellen hervorgerufene Blendung vergleichen lassen.

Er fand, daß eine Bewertung von nackten Lampen, mattierten Lampen und von Lampen in Opalglocken nach der Flächenhelle nicht das richtige Maß für die Blendung gibt. Harrisons Versuche bedürfen noch der Ergänzung durch weiteres Material. Die Frage nach der Schädigung des Auges durch die ultravioletten Strahlen unserer Lichtquellen wurde wieder aufgerollt durch eine Arbeit von Schanz[11]) über den Gehalt des Lichtes an Ultraviolett. Hierüber liegt auch eine kurze Arbeit von Kindall[12]) vor.

Berechnung der Beleuchtung. Eine theoretische Berechnung von Walsh[13]), die Strahlung durch eine runde Scheibe betreffend, bezweckte die Ermittlung des Lichtstroms, der vom positiven Krater ausgehend von der negativen Kohle abgeschaltet wird. Bei kurzem Kohlenabstand kann dieser Verlust die Lichtausbeute von Scheinwerfern wesentlich beeinflussen.

In einer Arbeit über die Bestimmung der direkten und indirekten Beleuchtung gaben Samuels und Dannenberg[14]) u. a. eine Methode der Umrechnung einer Beleuchtungskurve von einer Lichtpunkthöhe auf eine andere. Groß[15]) gab eine Tafel mit logarithmischer Koordinatenteilung an, der man die für Beleuchtungsberechnungen wichtige Größe $\cos^3 \varepsilon$ entnehmen kann. Von zwei Seiten [Böker[16]) und Weaver[17])] wurde im Berichtsjahre eine graphische Konstruktion zur Ermittlung der Beleuchtung angegeben, die jedoch, wie Halbertsma[18]) mitteilte, schon im Jahre 1895 von Lees veröffentlicht wurde.

Die Beleuchtungsberechnung mittels der Lichtstrommethode ist durch einen Bericht Teichmüllers[19]) über einige neue Formen der Raumwinkel- und Lichtstromkugel vertreten sowie durch zwei Arbeiten Ondraceks[20]) [21]). In diesen Arbeiten wird eine früher angegebene Formel für die Beleuchtung durch eine diffus leuchtende Fläche (JB 1918, S 88) angewandt, um die Innenbeleuchtung zu berechnen. Der Verwendung der angegebenen Methoden zur Projektierung steht indessen noch ihre Umständlichkeit im Wege.

Natürliche Beleuchtung. Burchard hat seine Arbeiten über die Berechnung der Tagesbeleuchtung (JB 1919, S 86) erweitert durch Aufsätze über das Tageslicht und sein Maß[22]), über die Linien gleicher Leuchtwirkung auf ebenen Leuchtflächen[23]) und über die günstigste Grundrißgestaltung der Lichthöfe[24]).

Innenbeleuchtung. Die Vorteile reichlicher und zweckmäßiger Beleuchtung wurden in den Vereinigten Staaten durch eine Wanderausstellung der National El.-Light Association[25]) mit gutem Erfolge, insbesondere den Fabrikanten, klar gemacht. Neben allgemeinen Betrachtungen über diese Vorteile[26]) findet man auch Berichte über ausgeführte Anlagen. So beschrieb Wagschal[27]) die Beleuchtung der Werkzeugmaschinen in einer Zahnräderfabrik mit Cooper-Hewittlampen, die auf den Maschinen rund 180 Lux lieferte, und im Mittel 130 Lux bei 17 W/m². Eastman[28]) untersuchte den gegenwärtigen Stand der industriellen Beleuchtung in 15 nordamerikanischen Staaten und gab interessantes statistisches Material. Harrison und Colville[29]) wiesen erneut auf die Bedeutung regelmäßiger und gründlicher Reinigung der Beleuchtungsanlagen hin.

Die Arbeit von Harrison und Anderson[30]) über Wirkungsgrade (oder Nutzfaktoren) von Beleuchtungsanlagen stellt eine Erweiterung und Erklärung der von diesen Verfassern früher angegebenen Tabellen (z. B. JB 1918, S 83) dar. Eine große Anzahl Farbtonproben mit Angabe des Reflexionsvermögens ist beigefügt. Im Zusammenhang hiermit interessiert auch ein Aufsatz von Lansingh[31]) über den Einfluß der Wände und des Fußbodens auf die Beleuchtung.

Praktische Lösungen größerer Beleuchtungsprobleme wurden im Berichtsjahre in der Literatur nur in geringem Umfange beschrieben, was wohl als Folge der durch die Nachwirkungen des Krieges bedingten Einschränkungen zu erklären ist. Darch behandelte die künstliche Beleuchtung der Kirchen[32]) und gab im Anschluß daran einen kurzen geschichtlichen Abriß der Kirchenbeleuchtung[33]). Curtis und Stair[34]) fanden im versilberten Glasreflektor (X-Ray-

Reflektor) das Hilfsmittel zur indirekten Beleuchtung künstlerisch ausgestatteter Innenräume ohne hängende Beleuchtungskörper, die bestenfalls dem Stil des Raumes angepaßt werden können, meistens aber die Harmonie des Raumes stören. Cravath[35]) bewirkte durch einen einzigen großen Beleuchtungskörper die indirekte Beleuchtung einer Kuppelhalle von 60 m Durchmesser und 35 m Höhe. Eine ähnliche Aufgabe löste Gerhardt im großen Schauspielhaus in Berlin (Architekt Poelzig) mittels Wiskott-Reflektoren[36]). Für die Beleuchtung eines New Yorker Theaters mit 5300 Sitzplätzen wurden im ganzen 17600 Lampen mit 450 kW Verbrauch installiert[37]). Auch Morgan[38]) berichtete über die Beleuchtung des Zuschauerraumes.

Heyck[39]) empfahl für die Beleuchtung von Fabrikhallen tiefstrahlende Reflektoren zu verwenden.

Außenbeleuchtung. Haller[40]) wies mit Recht auf die Bedeutung der Farbe und Beschaffenheit der Straßendecke für die Straßenbeleuchtung. Neuartig ist die Beleuchtung einer zwischen Mauern verlaufenden Straße (auf einem Staudamm) durch seitlich in geringer Höhe eingebaute Beleuchtungskörper[41]). Millar[42]) skizzierte die Geschichte der Straßenbeleuchtung. Weitere Arbeiten von Butler[43]) und von Cameron und Halvorson[44]) betreffen neuere Formen von Straßenlampen, die in den Vereinigten Staaten eingeführt sind.

Grubenbeleuchtung. Lister Llewellyn[45]) hat die Beleuchtung in englischen Kohlengruben untersucht und berichtete über die Schädigungen der Sehkraft bei den Grubenarbeitern als Folge der sehr geringen Beleuchtung. Da die Verlegung el. Leitungen in den vorgetriebenen Stollen nicht durchführbar ist, kann eine Verbesserung nur durch tragbare Lampen herbeigeführt werden. Die el. Grubenlampe mit Sammler und Metallfadenlampe bedeutet in dieser Hinsicht einen Fortschritt. Widerstandsfähige und explosionssichere Ausführungen scheinen vorhanden zu sein. So ist die CEAG-Lampe von Färber in einem Preisausschreiben der amerikanischen Regierung[46]) an die erste Stelle gelangt.

Signallampen. Die hohen Betriebskosten der Petroleumbeleuchtung von Eisenbahnsignalen und die Betriebsunsicherheit bei starkem Wind veranlaßten die Erprobung einer el. Beleuchtung mit Nickel-Alkali-Sammlern und sehr kleinen Gasfüllungslampen, die genau zu den Signallinsen eingestellt werden. Nach 800 Brennstunden werden Batterie und Glühlampe ausgewechselt[47]). Für die Abgabe von Lichtsignalen in Morsezeichen mit Glühlampen ist die Dauer des Aufleuchtens beim Einschalten und des Nachleuchtens beim Ausschalten wichtig. Arbeiten hierüber haben Worthing[48]) und Forsythe[49]) veröffentlicht. Coblentz[50]) beschrieb die Übermittlung von Signalen mittels unsichtbarer (ultraroter) Strahlung, deren Verwendung gegen Ende des Krieges versucht worden ist.

Bühnenbeleuchtung. Schneider[51]) berichtete über die Verwendung der Halbwattlampe im Theaterbetriebe, und in den Mitteilungen der AEG wurden einige Neuheiten[52]) dieser Firma auf dem Gebiete der Bühnenbeleuchtung beschrieben.

Scheinwerfer. Als wichtigster Fortschritt ist die Einführung der Bogenlampe mit erhöhter Flächenhelle zu verzeichnen. Erst in diesem Berichtsjahre sind ausführliche Veröffentlichungen erschienen über die Arbeiten während des Krieges (siehe auch S 205). Gehlhoff und Thilo[53]), die an der Entwicklung des Goerz-Beck-Scheinwerfers mitarbeiteten, haben über die neueste Entwicklung der Bogenlichtscheinwerfer in Deutschland berichtet. Henning[54]) berechnete die Lichtverteilung im Beleuchtungsfeld eines parabolischen Scheinwerfers. In einer italienischen Arbeit wurden die Brennweitentoleranzen bei Scheinwerfern besprochen[55]). Zimmermann[56]) beschrieb die beim Fernantrieb erforderlichen Ausgleichvorrichtungen zwischen Drehbewegung und Neigung des Scheinwerfers. Zwei Arbeiten[57]) [58]) befaßten sich mit der Bestimmung der Durchlässigkeit der Atmosphäre für das Scheinwerferlicht.

Vorschriften für Automobilscheinwerfer wurden in einem neuen Bericht[59]) der Amerikanischen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft (JB 1919,

S 86) vorgeschlagen. Walsh[60]) berichtete über die Anforderungen des Verkehrs an die Automobilbeleuchtung. Magdsick und Karg[61]) haben die Spannungsverhältnisse bei den verschiedenen Systemen der elektrischen Automobilbeleuchtung untersucht. Den verhältnismäßig großen Spannungsschwankungen muß bei der Wahl der Glühlampen Rechnung getragen werden.

[1]) Z. Beleucht. S 1. — [2]) G. H. Stickney, El. World Bd 75, S 378. — [3]) F. H. Murphy, El. World Bd 76, S 820. — [4]) P. G. Nutting, Trans. Ill. Eng. Soc. S 529. — [5]) J. Kelen, Z. Beleucht. S 150. — [6]) J. H. J. Poole, Philos. Mag. Bd 41, S 347. — [7]) H. Lux, Z. Beleucht. S 128. — [8]) G. Liebe, Dissertation, Selbstverlag, Pirna b. Dresden, ref.: ETZ S 279. — [9]) E. Karrer u. E. P. T. Tyndall, Scient. Papers B. o. S. Nr. 366, ref. Z. Beleucht. S 155. — [10]) W. Harrison, Trans. Ill. Eng. Soc. S 34. — [11]) F. Schanz, Archiv f. Ophthalm. Bd 103, S 158. — [12]) C. R. Kindall, Gen. El. Rev. S 893. — [13]) J. W. T. Walsh, Proc. Physical Soc. London S 59, 315. — [14]) M. M. Samuels u. C. O. Dannenberg, El. World Bd 76, S 721. — [15]) J. W. Groß, El. World Bd 75, S 1423. — [16]) R. Böker, ETZ S 25. — [17]) K. S. Weaver, El. World Bd 76, S 880. — [18]) N. A. Halbertsma, ETZ S 548. — [19]) J. Teichmüller, Z. Beleucht. S 13, 24. — [20]) J. Ondracek, El. Masch.-Bau S 273. — [21]) J. Ondracek, El. Masch.-Bau S 595. — [22]) A. Burchard, Schweiz. Bauztg. Bd 76, S 73. — [23]) A. Burchard, Z. Beleucht. S 63. — [24]) A. Burchard, Gesundheitsing. S 146. — [25]) El. World Bd 76, S 865. — [26]) El. World Bd 75, S 1366. — [27]) G. Wagschal, El. World Bd 76, S 925. — [28]) R. O. Eastman, Trans. Ill. Eng. Soc. S. 77. — [29]) W. Harrison u. J. R. Colville, El. World Bd 75, S 204. — [30]) W. Harrison u. E. A. Anderson, Trans. Ill. Eng. Soc. S 97. — [31]) V. R. Lansingh, Trans. Ill. Eng. Soc. S 124. — [32]) J. Darch, Illum. Engineer S 142. — [33]) J. Darch, Illum. Engineer S 201. — [34]) A. D. Curtis u. J. L. Stair, Trans. Ill. Eng. Soc. S 61. — [35]) J. R. Cravath, El. World Bd 75, S 939. — [36]) O. Gerhardt, Mitt. AEG S 29. — [37]) El. World Bd 76, S 777. — [38]) L. D. Morgan, Bd 75, S 4. — [39]) P. Heyck, Z. Ver. D. Ing. S 888. — [40]) K. Haller, Die gesunde Stadt, S 127. — [41]) C. A. B. Halvorson u. A. B. Oday, Trans. Ill. Eng. Soc. S 153. — [42]) P. S. Millar, Trans. Ill. Eng. Soc. S 185. — [43]) H. E. Butler, Gen. El. Rev. S 534. — [44]) A. D. Cameron u. C. A. B. Halvorson, Trans. Ill. Eng. Soc. S 163. — [45]) T. Lister Llewellyn, Ill. Engineer S 67. — [46]) ETZ S 261. — [47]) L. C. Porter u. F. S. Stallknecht, Trans. Ill. Eng. Soc. S 223. — [48]) A. G. Worthing, Journ. Frankl. Inst. Bd 189, S 788. — [49]) W. E. Forsythe, Physical Rev. Bd 16, S 62. — [50]) W. W. Coblentz, Physical Rev. Bd 15, S 340. — [51]) V. Schneider, El. Masch.-Bau S 63. — [52]) Mitt. AEG. S 134, 146, 156. — [53]) G. Gehlhoff u. F. Thilo, Helios Fachz. S 385, 394, 413, 421. — [54]) F. Henning, ETZ S 973, 1006. — [55]) Elettrotecnica, 25. Jan. 1920, ref. ETZ S 696. — [56]) A. Zimmermann, ETZ S 667. — [57]) A. Blondel, Comptes rendus Bd 170, S 93. — [58]) E. Karrer u. E. P. Tyndall, Scient. Papers B. o. S. Nr. 389. — [59]) Trans. Ill. Eng. Soc. S 283. — [60]) J. W. T. Walsh, Illum. Engineer S 114. — [61]) H. H. Magdsick u. H. Karg, Trans. Ill. Eng. Soc. S 519.

Lampen und Zubehör.

Von Privatdozent Dr.-Ing. N. A. Halbertsma.

Strahlungsgesetze. Die Konstante σ des Stefan-Boltzmannschen Strahlungsgesetzes bildete den Gegenstand einer kritischen Betrachtung von Gerlach[1]). Bekanntlich laufen die von verschiedenen Beobachtern ermittelten Werte ziemlich auseinander. Gerlach gelangte zu dem Wert $\sigma = 5{,}76 \pm 0{,}07$. Coblentz[2]) fand als wahrscheinlichsten Wert der Konstanten c_2 der Planckschen Spektralgleichung $c_2 = 14325$.

Lumineszenz. Berndt[3]) gab eine Übersicht über den Helligkeitsabfall der radioaktiven Leuchtfarben. Der Erfinder des außer Gebrauch geratenen Moorelichtes beschrieb seine neueren Versuche über die Lichterzeugung in Gasen ohne Verwendung besonderer Hochspannungsanlagen[4]). Derartige Lampen werden in Europa unter der Bezeichnung Glimmlampen von verschiedenen Glühlampen-

fabriken (Pintsch, Philips, Osram) hergestellt. Da ihr Wirkungsgrad zurzeit noch gering ist, hat Schröter[5]) die Aussichten für dessen Verbesserung einer theoretischen Betrachtung unterzogen. Über Edelgas-Bogenlampen berichtete Skaupy[6]). Die Studiengesellschaft für el. Leuchtröhren fertigt Röhren mit Neonfüllung an, die ein (für normale Beleuchtungszwecke allerdings unbrauchbares) rotes Licht mit ca. ½ W/hor. Kerze liefern, wenn man von dem Verbrauch des Beruhigungswiderstandes absieht.

Bogenlampen. Eine neuartige Bogenlampe hat Garbarini[7]) angegeben. Der Bogen entsteht zwischen einer positiven Kohle und einem konzentrisch um den Krater liegenden wassergekühlten Metallring. Das Feld einer ebenfalls konzentrisch liegenden Magnetspule läßt den Bogen schnell rotieren. Infolgedessen bedeckt der Krater das Ende der Kohle als unbehindert leuchtende Kreisfläche. Heyck[8]) berichtete über eine verbesserte Winkelkohlen-Bogenlampe für Kinoprojektion. Eine Veröffentlichung von Duffield und Waller[9]) betrifft das Verhalten des Kohlebogens bei Wechselstrom.

Die Beck-Bogenlampe für Scheinwerfer (JB 1914, S 96), die während des Krieges in allen Ländern weiter entwickelt wurde (JB 1919, S 87), hat in Deutschland die Form der Goerz-Beck-Scheinwerferlampe angenommen. Gehlhoff[10]) beschreibt in einer leider noch nicht vollständig erschienenen Arbeit die von ihm vorgenommenen Versuche, die ein Mehrfaches der Flächenhelle lieferten, die bis jetzt als Höchstwert für den positiven Krater galt. In dem stark ausgehöhlten Krater leuchten vor dem Kohlehintergrund glühende Dämpfe, die von den Salzen herrühren, mit denen die Kohle imprägniert ist. Eine maximale Scheinwerfer-Lichtstärke von 500000000 HK ist auf diese Weise erreichbar geworden. Die Farbe des Lichtes derartiger Lichtbögen wurde auch im Bureau of Standards untersucht[11]).

Metalldampflampen. Buttolph[12]) behandelte in einer Artikelreihe die Quecksilberdampflampe von Cooper-Hewitt, Theorie und Wirkungsweise, Ausführung und Anwendung und ihre Eignung als Quelle ultravioletter Strahlung. Bates[13]) berichtete über eine neue Cadmium-Dampflampe.

Glühlampen. In den Vereinigten Staaten kamen zwei neue Ausführungsformen der Gasfüllungslampen auf den Markt: eine Lampe, deren Ballon auf der unteren Hälfte nicht mattiert, sondern weiß emailliert ist[14]), und eine Lampe, deren Ballon ganz aus dünnem Milchglas besteht[15]). Porter[16]) berichtete über Verbesserungen der Auto-Scheinwerferglühlampen. Gehlhoff[17]) fand, daß eine hoch beanspruchte Wolfram-Lampe genügend Ultraviolett ausstrahlt, um bei Verwendung eines für die Strahlung durchlässigen Fensters als konstante Quelle für Ultraviolett zu dienen. In England wurde erneut auf die Vorteile von Niederspannungslampen für die Beleuchtung von Werkzeugmaschinen aufmerksam gemacht[18]). Eine Aufsatzreihe von Dushman[19]) behandelte die für die Glühlampen- und Röntgenröhrenindustrie überaus wichtige Erzeugung und Messung hoher Vakua. Ein Briefwechsel in der ETZ schaffte keine Klarheit über die Ursachen des von einer Seite beobachteten Explodierens von Spiraldrahtlampen[20]).

Beleuchtungskörper. In den Vereinigten Staaten ist für industrielle Beleuchtung eine Reflektorserie normalisiert worden[21]) (RLM-Standard-reflector) Uchisaka[22]) gab eine Übersicht über die künstliche Beleuchtung und die Beleuchtungskörper in Japan.

Reflexion, Transmission, Streuung. Böker[23]) hat verschiedene lichtstreuende Gläser untersucht und verwendet zu ihrer Bewertung das von Halbertsma (JB 1917, S 81, 1918, S 88) vorgeschlagene Streuvermögen, wobei er ergänzend das ungestreut auftretende Licht besonders berücksichtigt. Der Tageslichtreflektor von Sheringham machte in England von sich reden[24]); ob er gegenüber der Filtrierung des Lichtes durch blaue Glocken einen Fortschritt bedeutet, scheint noch fraglich. Vergleichende Messungen an verschiedenen Tageslichtlampen veröffentlichten Illersperger und Fischer[25]). Im Bureau of Standards

wurde die Durchlässigkeit gefärbter Gläser für sichtbare und für ultraviolette Strahlung untersucht[26]).

[1]) W. Gerlach, Z. Phys. Bd 2, S 76. — [2]) W. W. Coblentz, Scient. Papers B. o. S. Nr 357. — [3]) G. Berndt, Z. techn. Phys. S 102. — [4]) D. Mc Farlan Moore, Gen. El. Rev. S 577.—[5]) F. Schröter, Z. techn. Phys. S 109, 149. — Z. Beleucht. S 41, 53. — [6]) F. Skaupy, Z. techn. Phys. S 189. — [7]) Garbarini, Rev. Gén. El. Bd 7, S 508. — [8]) P. Heyck, El. Masch.-Bau S 555. — [9]) W. G. Duffield u. M. D. Waller, Philos. Mag. Bd 40, S 781. — [10]) G. Gehlhoff, Z. techn. Phys. S 7, 37. — [11]) Priest, Meggers, Gibson, Tyndall etc., Technol. Papers B. o. S. Nr 168. — [12]) L. J. Buttolph, Gen. El. Rev. S 741, 858, 909. — [13]) F. Bates, Philos. Mag. Bd 39, S 353. — [14]) W. Harrison, Gen. El. Rev. S 1005. — [15]) E. A. Anderson, Gen. El. Rev. S 711. — [16]) L. C. Porter, Gen. El. Rev. S 67. — [17]) G. Gehlhoff, Z. techn. Phys. S 224. — [18]) C. T. Wilkinson, El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 548. — [19]) S. Dushman, Gen. El. Rev. S 493, 605, 672, 731, 847. — [20]) O. Kümpel, A. R. Meyer, ETZ S 635, 947. — [21]) W. Harrison, Trans. Ill. Eng. Soc. S 374. — [22]) M. Uchisaka, Trans. Ill. Eng. Soc. S 257. — [23]) R. Böker, Z. Beleucht. S 93. — [24]) L. C. Martin, Illum. Engineer S 31. — [25]) Illersperger u. Fischer, Z. Beleucht. S 139. — [26]) Gibson, Tyndall u. Mc Nicholas, Technol. Papers B. o. S. Nr 148.

VI. Elektrische Fahrzeuge und Kraftbetriebe.

Elektrische Voll- und Straßenbahnen. Von Prof. Dr. W. Kummer, Zürich. — Elektrische Bahnen und Fahrzeuge für besondere Zwecke. Von Ingenieur Max Schiemann, Wurzen. — Hebezeuge, Transport- und Verladevorrichtungen. Von Prof. Rudolf Krell, München. — Maschinenantrieb in Fabriken, Pumpen, Werkzeugmaschinen und elektrische Werkzeuge. Landwirtschaftlicher Betrieb. Von Prof. Dr.-Ing. Alexander Brückmann, Hannover.

Elektrische Voll- und Straßenbahnen.

Von Prof. Dr. W. Kummer.

Allgemeines. In zahllosen Veröffentlichungen haben im Jahre 1920 Techniker, Volkswirtschafter und Juristen die auch dem Laien leicht faßlichen Vorzüge der el. Zugförderung hervorzuheben gesucht und haben damit die zunehmende Wertschätzung dieser Betriebsart der Eisenbahnen gelegentlich schon in eine Überschätzung ausarten lassen. Mit Rücksicht auf ihren auch den Techniker belehrenden Gehalt dürften aus den vielen, allgemein gehaltenen Aufsätzen in dieser Richtung vornehmlich derjenige von J. Alexander[1]) und der besonders reich dokumentierte Aufsatz von A. H. Armstrong[2]) von Interesse sein. — Die Frage der zweckmäßigsten Neigung einer Eisenbahn mit besonderer Rücksichtnahme auf den elektrischen Betrieb wird von R. Petersen[3]) auf Grund der Aufstellung des neuen Begriffes „virtuelle Höhe" behandelt. — Einfache graphische Bestimmungen der Fahrzeiten, der Zugfolge und ähnlicher Größen führt E. H. Scofield[4]) durch, welche Aufgaben jedoch nach einer eleganteren und genaueren Methode ausführlich von H. Pforr[5]) behandelt und in einer Schrift zusammengefaßt wurden. Die schon im JB 1919 erwähnte Arbeit von F. Guéry[6]) über Kraftbedarfsrechnungen hat eine neue erweiterte Darstellung erhalten. — Eine nicht ohne einige Vorbehalte gutzuheißende Studie von A. W. Zuidweg[7]) beschäftigt sich mit der Ausnutzung des Reibungsgewichtes el. Lokomotiven. — Zahlreiche Veröffentlichungen befassen sich mit der Wirkungsweise und der Wirtschaftlichkeit der neu eingeführten, automatischen Unterstationen; wir erwähnen die Arbeiten von C. M. Davis[8]), von F. W. Peters[9]), von R. J. Wenleys[10]) und eine von der Butte-Anaconda-Bahn[11]) herausgegebene Statistik über bezüg-

liche Betriebserfahrungen. — Den Spannungsfall in Fahrleitungen und Speiseleitungen von Wechselstrombahnen hat G. Huldschiner[12]) neuerdings, im Anschluß an eine Arbeit aus dem Jahre 1910 behandelt. Für Gleichstrombahnen hat F. F. P. Bisacre[13]) einen analogen Beitrag geliefert. — Durch Ph. Dawson[14]) sind die verschiedenen Konstruktionen der Fahrleitungsanlagen (Oberleitungen und sog. dritte Schienen) auf Grund von Betriebserfahrungen sehr wirkungsvoll gegenüber gestellt worden. — Die von den SSW für die Oberleitungen elektrischer Bahnen angewandte Vielfachaufhängung wird durch Reishaus[15]) eingehend gewürdigt. Über die Bestimmung des Durchhanges bei Kettenfahrleitungen und über die selbsttätige Nachspannung handelt eine Arbeit von C. Wlach[16]). — Die Abmessungen der Einphasen-Bahnmotoren werden durch F. Unger[17]) untersucht. — Über neue Glasisolatoren für Bahnfahrleitungen berichtet das Sekretariat des Schweiz. El. Vereins[18]). — Die Verbesserung des Leistungsfaktors bei Wechselstrombahnen untersucht J. Kozisek[19]). Unter dem Namen »Fahrdiagraph« ist ein neues registrierendes Instrument zur Aufnahme der Bewegungsvorgänge fahrender Bahnwagen ausgebildet und von U. Knorr[20]) beschrieben worden.

Elektrische Vollbahnen. Die Stromrückgewinnung bei Vollbahnen beschäftigt andauernd die Bahnelektriker. Über die Rückgewinnung auf Wechselstrombahnen haben W. Schenkel[21a]) und Th. Boveri[21b]) wichtige neue Schaltungen bekanntgegeben. Die in den JB 1918 und 1919 gewürdigte Schaltung nach System Oerlikon ist durch G. Benischke[22]) in ihrer Wirkungsweise als Motor und als Nutzbremse analytisch untersucht worden. Über die relative Energieersparnis durch die Nutzbremsung gibt W. Kummer[23]) eine Darstellung, die die zahlenmäßigen Grenzwerte festlegen soll. — Das Problem der Schüttelerscheinungen beim Kurbelgetriebe el. Lokomotiven wird durch J. Döry[24]) in neuer, einfacher und übersichtlicher Weise dargestellt, wobei der Begriff der »pseudoharmonischen Schwingung« in einem erweiterten Sinne gebraucht wird, der nach einer Mitteilung von J. Döry durch den Aufsteller G. Duffing[25]) dieses Begriffes demgemäß gutgeheißen wird. Auch A. Wichert[26]) bedient sich in einer neuen Arbeit über die Schüttelschwingungen dieses Ausdrucks; seine Arbeit wird indessen den Schwingungsvorgängen nur zum Teil gerecht, insofern als ihm in der schriftlichen Diskussion von J. Döry[27]) mit Recht entgegengehalten wird, daß die von Wichert abgelehnte Bedeutung der harmonischen Schwingung für das vorliegende Problem tatsächlich doch besteht, da die Schüttelschwingung für große Ausschläge in die harmonische Schwingung übergeht. Auf Grund der Gesetze der harmonischen Schwingung gibt W. Kummer[28]) einfache Formeln zur raschen, angenäherten Berechnung der kritischen Drehzahlen der Kurbelgetriebe el. Lokomotiven, die an Zahlenbeispielen veranschaulicht wird. Eine genaue Nachrechnung der kritischen Geschwindigkeit des Kurbelgetriebes der Lötschberglokomotive, Typ 1E1, gibt K. E. Müller[29]), wobei die analytische Methode und zwei graphische Methoden benutzt und miteinander verglichen werden. — E. E. Seefehlner[30]) stellt die Entwicklung der Getriebemechanik el. Vollbahnlokomotiven bis zur Gegenwart in einem reich illustrierten Aufsatze dar. — Die Unterteilung und Schaltung der Fahrleitungen el. Hauptbahnen bildet das Thema einer Abhandlung von W. Usbeck[31]).

Projektierung, Bau und Betrieb el. Vollbahnen oder zu elektrisierender Dampfbahnen. In Europa behauptet auch im Jahre 1920 die **Schweiz** den ersten Rang in bezug auf die Bautätigkeit, deren Stand die Firma BBC[32]) in übersichtlicher Weise darstellt, wobei der Anteil der Lieferungen dieser Firma an den benötigten el. Lokomotiven gleichzeitig mitgeteilt wird. Das hauptsächlichste Ergebnis dieser Bautätigkeit ist die auf Jahresende möglich gewordene Einführung des el. Betriebes auf der 90 km langen Strecke Erstfeld-Biasca[33]) der Gotthardbahn, womit die großen Steigungsstrecken und der große Tunnel endgültig dem Dampfbetrieb entrissen wurden; das energieliefernde Kraftwerk Ritom hatte vorgängig der endgültigen Betriebsaufnahme mit Undichtheiten

des Druckstollens[34]) der hydraulischen Anlage schwer zu kämpfen. Außer den bereits im JB 1919 erwähnten Lokomotiven dienen für den Betrieb der Gotthardbahn neue, von der Maschinenfabrik Oerlikon[35]) entworfene und ausgerüstete Güterzugslokomotiven in 1C+C1-Bauart, bei denen vier Motoren von je 400 kW Leistung mittels Zahnrädern und Kuppelrahmen auf die Triebachsen einwirken. Im Bau für die Staatsbahnverwaltung befinden sich ferner Lokomotiven in 1B+B1-Bauart und in 1C1-Bauart, die von den Ateliers de Sécheron[36]), Genf, nach amerikanischem Vorbild mit Zwillings-Gestellmotoren ausgerüstet werden, die unmittelbar über Zahnräder auf Hohlwellen wirken, die die Triebachsen konzentrisch und federnd umgeben. Von den Baufortschritten und den benutzten Materialien der Elektrifizierung der meterspurigen »Rhätischen Bahn«, die wir der bedeutenden Triebmittel wegen stets unter den »Vollbahnen« berücksichtigen, berichtet H. Lang[37]), während die Verwaltung der Rhätischen Bahn[38]) auch über bemerkenswerte Betriebsergebnisse Auskunft gibt. Auch die Elektrisierung der »Bernischen Dekretsbahnen«[39]), die eine Gruppe 1B+B1-Lokomotiven in Betrieb nehmen konnten, macht gute Fortschritte. Seitens der Firma BBC[40]) wird noch die Einrichtung der Transformatorstationen der bereits im JB 1919 erwähnten Drehstrom-Bahnstrecke Brig-Sitten beschrieben. — Nächst der Schweiz bietet, auch 1920 wieder, **Frankreich** ein besonders großes Interesse, und zwar durch den nun erfolgten Entscheid der amtlichen Studienkommission[41]) in der Systemfrage. Wie nach den im JB 1919 geschilderten Vorberatungen nicht anders erwartet werden konnte, lautet der Entscheid zugunsten von Gleichstrom, dessen Normalspannung merkwürdigerweise jetzt nur noch auf 1500 V festgesetzt wurde. — Die den zukünftigen Gleichstromstrecken der Chemins de fer du Midi und der Orléans-Bahn zuzuweisenden Drehstrom-Kraftwerke werden von D. Eydoux und P. Leboucher[42a]) sowie von G. Tochon[42b]) beschrieben. — In **Italien** haben sich die Fachleute in der Systemfrage[43]) weiter ereifert, indessen scheint die Verwaltung der Staatsbahnen[44]) den Plan zu verfolgen, in Oberitalien mit der Elektrifizierung mittels Drehstroms niedriger Frequenz fortzufahren, für Mittelitalien dagegen Drehstrom von 50 Per/s und für Unteritalien und Sizilien Gleichstrom in Aussicht zu nehmen. Zu erwähnen sind ferner die ins einzelne ausgeführte Aufstellung eines Untergrundbahnprojektes für die Stadt Rom[45]), sowie der Baubeginn der Gleichstrombahn Rom-Ostia-Nuova[46]). — Wie in Frankreich hat auch in **England** die Regierung eine amtliche Studienkommission[47]) zur Beratung der Systemfrage für neu zu elektrifizierende Dampfbahnen eingesetzt, die nach verhältnismäßig kurzer Zeit ebenfalls einen Entschluß zugunsten von Gleichstrom mit einer Normalspannung von 1500 V faßte. An neueren Ausführungen ist wohl nur Ealing and Shepards Bush Ry[48]), das Verbindungsstück des Great Western Ry und des Central London Ry, von Interesse. — Auch in **Österreich** ist die Systemfrage, in der zunächst der Meinungsaustausch der Fachleute weiterging und noch die bemerkenswerten Ausführungen von P. Dittes[49]) und von E. E. Seefehlner[50]) zeitigte, erledigt worden, und zwar durch das Gesetz vom 23. Juli 1919[51]), durch das für die Einführung der el. Zugförderung auf den österr. Staatsbahnen Wechselstrom von 15000 V Fahrspannung und $16^2/_3$ Per/s vorgeschrieben wird. Für die zunächst zu elektrifizierende Arlbergbahn wurden Lokomotiven in 1C+C1-Bauart der Firma BBC[52]) und solche in 1C1-Bauart der AEG-Union[53]) in Auftrag gegeben. — Aus den elektrischen Bahnbetrieben in **Deutschland** dürfte besonders die einläßliche Beschreibung von W. Heyden[54]) über die el. Zugförderungsanlage Magdeburg-Leipzig-Halle bemerkenswert sein. Über die mit der Energiebeschaffung für weitere Elektrifizierungen zusammenhängenden Fragen zukünftiger Brennstoffwirtschaft orientieren Aufsätze von K. Trautvetter[55]) und von E. C. Zehme[56]). Für den zukünftigen el. Betrieb der Berliner Stadt- und Ringbahn sind auf der Schlesischen Gebirgsbahn Triebwagenzüge der SSW[57]) in Probebetrieb genommen worden. Den gegenwärtigen Stand des el. Betriebes auf der schlesi-

schen Gebirgsbahn schildert eine Mitteilung von W. Usbeck[58]. — Die allgemeine Bahnelektrifizierung beschäftigt die Fachleute auch in **Holland,** wie aus Aufsätzen von G. de Gelder[59]) und von G. Golliez[60]) hervorgeht, von denen der letztere die Systemfrage mit besonderer Berücksichtigung der Bahnen in Niederländisch-Indien erörtert. — In **Schweden** ist die Weiterführung der Bahnelektrifizierung durch R. Dahlander[61]) warm befürwortet und wirtschaftlich begründet worden. Vor Inangriffnahme der zunächst zur Elektrifizierung weiter in Betracht fallenden Linie Stockholm-Gothenburg hat die Direktion der schwed. Staatsbahnen nochmals eine Prüfung der Systemfrage[62]) verfügt, deren Ergebnis eine Bestätigung der Wahl von Einphasenstrom war; immerhin soll ein Teil des zur Zugförderung benötigten Einphasenstroms durch Umformung aus Drehstrom gewonnen werden. — Über den Stand der Bahnelektrifizierung in **Norwegen** orientiert eine Mitteilung von Hj. Schreiner[63]); danach befindet sich die Ausrüstung der 53 km langen Strecke Kristiania-Drammen im Bau für Einphasenstrom von 16000 V und $16^{2}/_{3}$ Per/s.

Zu den außereuropäischen Staaten übergehend, beginnen wir mit den **Vereinigten Staaten von Amerika,** die wiederum eine sehr reichhaltige Literatur über die el. Zugförderung aufweisen. Der Schwerpunkt des Interesses liegt wieder bei der Chicago, Milwaukee & St. Paul Rd., die durch Inbetriebnahme der Pacific-Küstenstrecke[64]) dem el. Betrieb eine weitere Ausdehnung verschaffte, wofür 8 neue Drehstrom-Gleichstrom-Unterstationen[65]) zur Energieversorgung in Dienst genommen werden mußten. Die im JB 1918 hinsichtlich ihrer Projektdaten bereits erwähnten neuen Personenzugs-Lokomotiven, in 1BD+DB1-Bauart und in 2C1+1C2-Bauart, sind nun in Betrieb gekommen, wobei gleichzeitig die ersten Personenzugslokomotiven in 2D+D2-Bauart (vgl. JB 1914 und 1915) durch Änderung der Räderübersetzung in Güterzugslokomotiven, umgeändert wurden[66]); die Bahn zählt jetzt 42 Güterzugslokomotiven in 2D+D2-Bauart, 5 Personenzugslokomotiven in 1BD+DB1-Bauart und 10 Personenzugslokomotiven in 2C1+1C2-Bauart. Die neuen 1BD+DB1-Lokomotiven, von der General Electric Co. mit Achsmotoren ausgerüstet, werden in ihren Hauptzügen durch A. F. Batchelder und S. T. Dodd[67]) beschrieben, während F. E. Case, sowie J. J. Linnebaugh[68]) auf Einzelheiten eintreten. Die neuen 2C1+1C2-Lokomotiven, von der Westinghouse Co. mit Zwillings-Gestellmotoren ausgerüstet, beschreibt N. W. Storer[69]) in ihren Hauptzügen, während verschiedene Einzelheiten durch P. L. Mardis, J. A. Clarke, C. Whittaker, G. F. Smith, W. Schaake[70]), die zur Stromrückgewinnung dienende Anordnung dagegen durch R. E. Ferris[71]) geschildert werden. Die Rückgewinnung mit einem durch eine 2D+D2-Lokomotive beförderten Güterzug hat der Chicago, Milwaukee & St. Paul Rd. einen schweren Betriebsunfall[72]) zugezogen, bei dem ein großer Teil der etwa 2500 t schweren Anhängelast des Zuges der Zerstörung anheimfiel. Die Pennsylvania-Bahn hat für die Elektrifikation in der Bannmeile von Philadelphia zu den bereits bestehenden 115 Motorwagen einen weitern Motorwagen in Betrieb genommen, dessen Motoren weniger durch die etwas erhöhte Leistung, als vielmehr durch die erstmalige amerikanische Anwendung von Wendepolen bei Einphasenstrom bemerkenswert sind, wie einer Veröffentlichung von W. H. Smith[73]) zu entnehmen ist. Die Stadtschnellbahnen von New York[74]) stehen vor dem interessanten Problem, in Coney Island einen für die Bewältigung eines Sonntagsverkehrs von 300000 Personen geeigneten Gemeinschaftsbahnhof zu erstellen. Über Betriebserfahrungen, Unterhaltungsmethoden und Unterhaltungskosten von amerikanischen Bahnen und Bahnmaterial sind wieder zahlreiche und wertvolle Mitteilungen[75]) bekannt geworden. — In **Cuba** ist die Bahnstrecke Havanna-Santa Cruz-Matanzas für Betrieb mittels Gleichstroms von 1200 V, bei Energiebezug aus einem Drehstrom-Dampfkraftwerk in Hershey, eingerichtet worden, wie einem beschreibenden Bericht von F. W. Peters[76]) zu entnehmen ist. — Ziemlich weit entwickelte Pläne der Bahnelektrifizierung bestehen auch in **Chile,** wie einem Bericht von W. Mußwitz[77]) zu entnehmen ist. — Die Paulista-Linie[78]) in **Bra-**

silien soll auf der 45 km langen Strecke Jundiaby-Campinas mittels Gleichstroms von 3000 V elektrifiziert werden. — Das im JB 1919 erwähnte Projekt der Bahnelektrifizierung in **Südafrika** ist für die Linien Kapstadt-Simonstadt und Durban-Petermaritzburg zur Ausführung[79]) bestimmt worden; die erforderlichen Geldmittel sind bereits bewilligt. — In **Australien** sind die Vorortslinien von Melbourne für Betrieb mittels Gleichstrom von 1500 V eingerichtet worden; die Verwaltung der Victorian State Ry hat über diese Anlage eine Denkschrift veröffentlicht, deren Inhalt in zahlreichen Zeitschriften und Aufsätzen[80]) auszugsweise weiterverbreitet wurde.

Elektrische Straßenbahnen. Ein Aufsatz von Bloß[81]) behandelt die Formänderungen des Straßenbahngleises unter der rollenden Last. — Bemerkenswerte Betrachtungen über Schienenschweißungen bei Straßenbahnen werden durch die Ingwer Block Co.[82]) veröffentlicht. — Die Geleisestreuströme der Straßenbahnen werden rechnerisch durch G. Girousse[83]) untersucht, wobei im wesentlichen bereits bekannte Resultate mitgeteilt werden. Das Sekretariat des Schweiz. El. Vereins[84]) setzt seine Veröffentlichungen über die Korrosion durch die Geleise-Streuströme, von denen im JB 1918 bereits die Rede war, fort und beschäftigt sich nun besonders mit der Erörterung der Untersuchungsmethoden und der Verbesserungsmittel. — Die Frage der Leistungsbezeichnung von Motoren für aussetzende Betriebe im allgemeinen und von Straßenbahnmotoren im besonderen wird durch L. Adler[85]) kritisch beleuchtet. — Der Umbau der Oberleitungen vom Rollen- auf den Schleifbügelbetrieb wird von Bussebaum[86]) unter Hinweis auf den in 13 Städten erfolgten Umbau besprochen. — Die Wagenkasten der Straßenbahnen bespricht F. Hartmann[87]). Die Mittelplattform hat bei Straßenbahn- und Überlandbahnwagen für Köln und für Bonn-Mehlem[88]) einerseits, für Genf[89]) anderseits, weiterhin Anwendung gefunden. — Die schon 1918 und 1919 im JB erwähnte Diskussion zwischen H. Sauveur und E. Volkers über die zweckmäßigste Bremsart der Straßenbahnwagen hat 1920 zu zahlreichen weitern Meinungsäußerungen[90]) Anlaß gegeben. — Im Anschluß an die 1918 erfolgte Beschreibung von R. Wolff (vgl. JB 1918) der einpoligen Bremskupplungen der Dresdener Straßenbahnen beschreibt E. Kindler[91]) nunmehr die bei der Großen Berliner Straßenbahn neu eingeführten einpoligen Bremskupplungen. — Eine automatische Unterstation für Straßenbahnbetrieb ist durch die Firma BBC[92]) in Basel, wohl als erste europäische Anlage dieser Art, erstellt worden. — Eine weitere Kleinbahnausrüstung für Gleichstrom von 2200 V beschreibt B. C. van Nes[93]) am Beispiel der Lokalbahn Peggau-Schübelbach in Österreich. — Die im JB 1916 gewürdigten „Ein-Mann-Wagen" der umerikanischen Straßenbahnen sind neuerdings in die Bauart der sog. „Sicherheits-Wagen" übergeführt worden, bei der mittels eines Luftdruck-Bremsventils während der Fahrt Türen und Auftrittbretter gegen Benutzung gesichert werden; über Bau und Betrieb solcher Wagen liegen zahlreiche, bemerkenswerte Veröffentlichungen[94]) vor.

[1]) J. Alexander, Mitt. AEG S 25, 37, 49. — [2]) A. H. Armstrong, Gen. El. Rev. S 878. — El. Rlwy. Jl. Bd 55, S 373. — [3]) R. Petersen, Schweiz. Bauztg. Bd 76, S 269, 283, 293. — [4]) E. H. Scofield, El. Rlwy. Jl. Bd 55, S 942. — [5]) H. Pforr, El. Kraftbetr. S 136. — [6]) F. Guéry, Rev. Gén. El. Bd 7, S 179, 222. — ETZ S 766. — [7]) A. W. Zuidweg, ETZ S 425, 598. — [8]) C. M. Davis, Gen. El. Rev. S 342. — [9]) F. W. Peters, Jl. Am. Inst. El. Eng. S 267. — [10]) R. J. Wensley, Jl. Am. Inst. El. Eng. S 359. — [11]) El. Rlwy. Jl. Bd 55, S 202. — [12]) G. Huldschiner, ETZ S 1049. — [13]) F. F. P. Bisacre, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 188, 214. — [14]) Ph. Dawson, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 58, 79. — [15]) Reishaus, El. Kraftbetr. S 153, 163. — [16]) C. Wlach, ETZ S 347. — [17]) F. Unger, ETZ S 3. — [18]) Bull. Schweiz. EV S 66. — [19]) J. Kozisek, ETZ S 327. — [20]) U. Knorr, El. Kraftbetr. S 53, 61. — [21a]) W. Schenkel, ETZ S 541, 567, 617. — [21b]) Th. Boveri, Mitt. BBC S 271. — [22]) G. Benischke, El. Masch.-Bau S 69. — [23]) W. Kummer, Schweiz. Bauztg. Bd 75, S 121. — [24]) J. Döry, ETZ S 313. — [25]) J. Döry, ETZ S 598. — [26]) A. Wichert, ETZ S 976. — [27]) J. Döry, ETZ S 994. — [28]) W. Kummer, Bull. Schweiz. EV S 237, 272. —

ETZ S 1055. — [29]) K. E. Müller, Schweiz. Bauztg. Bd 75, S 107. — [30]) E. E. Seefehlner, El. Masch.-Bau S 317. — Z. Ver. D. Ing. S 761, 815. — [31]) W. Usbeck, ETZ S 488. — [32]) Mitt. BBC S 143, 172. — [33]) Schweiz. Bauztg. Bd 76, S 278. — [34]) Schweiz. Bauztg. Bd 76, S 19, 173, 186. — [35]) Schweiz. Bauztg. Bd 75, S 229, 237. — [36]) Schweiz. Bauztg. Bd 76, S 208. — [37]) H. Lang, Schweiz. Bauztg. Bd 75, S 217. — [38]) Schweiz. Bauztg. Bd 76, S 272. — [39]) Schweiz. Bauztg. Bd 76, S 83. — [40]) Mitt. BBC S 225. — [41]) Rev. Gén. El. Bd 8, S 665. — [42a]) D. Eydoux u. P. Leboucher, Rev. Gén. El. Bd. 8, S 5, 37, 71, 103, 145. — [42b]) G. Tochon, Génie civil Bd 77, S 170, 190. — [43]) Elettrotecnica S 54, 70, 519. — [44]) ETZ S 715. — [45]) ETZ S 756. — [46]) Elettrotecnica S 559. — [47]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 343, 412, 421. — [48]) Electr. (Ldn.) Bd 85. S 154. — [49]) P. Dittes, El. Masch-Bau S 214. — El. Kraftbetr. S 169, 177. — [50]) E. E. Seefehlner, El. Masch.-Bau S 405. — [51]) El. Masch.-Bau S 478. — [52]) El. Masch.-Bau S 210. — [53]) El. Masch.-Bau S 518. — [54]) W. Heyden, El. Kraftbetr. S 2, 9, 129, 145, 185, 193. — [55]) K. Trautvetter, El. Kraftbetr. S 1. — [56]) E. C. Zehme, Schweiz. Bauztg. Bd 75, S 276. — [57]) ETZ S 1011. — [58]) W. Usbeck, ETZ S 696. — [59]) G. de Gelder, De Ing. S 304. — [60]) G. Golliez, De Ing. S 647. — [61]) R. Dahlander, ETZ S 212. [62]) ETZ S 893, 913. — [63]) Hj. Schreiner, ETZ S 119. — [64]) El. Rlwy. Jl. Bd 55, S 601. — [65]) El. Rlwy. Jl. Bd 55, S 481. — [66]) El. Rlwy. Jl. Bd 55, S 36, 508. — [67]) A. F. Batchelder u. S. T. Dodd, Jl. Am. Inst. El. Eng. S 342. — Gen. El. Rev. S 272. — [68]) Gen. El. Rev. S 278, 292. — [69]) N. W. Storer, Jl. Am. Inst. El. Eng. S 331. — El. Jl. S 220. — [70]) El. Jl. S 235, 244, 249, 278, 284. — [71]) R. E. Ferris, El. Jl. S 128. — [72]) El. Rlwy. Jl. Bd 56 S 371. — [73]) W. H. Smith, El. Rlwy. Jl. Bd 55, S 1207. — [74]) El. Rlwy. Jl. Bd 55 S 187. — [75]) El. Rlwy. Jl. Bd 55, S 1101, 1103, 1136, 1147, 1193, 1200. — [76]) F. W. Peters, El. Rlwy. Jl. Bd 55, S 757. — [77]) W. Mußwitz, ETZ S 837. — [78]) El.Rlwy. Jl. Bd 55, S 855, 1215; Bd 56, S 227. — [79]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 295. — [80]) Electr. (Ldn.) Bd 84, S 32, 55, 90. — El. Rlwy. Jl. Bd 54, S 902; Bd 55, S 136. — ETZ S 294. — [81]) Bloß, El. Kraftbetr. S 81, 93. — [82]) El. Kraftbetr. S 188. — [83]) G. Girousse, Rev. Gén. El. Bd 7, S 404, 423, 837; Bd 8, S 840. — [84]) Bull. Schweiz. EV S 251, 283. — [85]) L. Adler, ETZ S 461, 485, 508. — [86]) Bussebaum, El. Kraftbetr. S 222. — [87]) F. Hartmann, El. Kraftbetr. S 161. — [88]) El. Kraftbetr. S 229. — [89]) Schweiz. Bauztg. Bd 76, S 247. — [90]) El. Kraftbetr. S 104, 105, 108, 111, 112. — [91]) E. Kindler, ETZ S 34. — [92]) Mitt. BBC S 191. — [93]) B. C. von Nes, El. Masch.-Bau S 489. — [94]) El. Rlwy. Jl. Bd 55, S 1105; Bd 56, S 457, 537, 642. — Gen. El. Rev. S 597.

Elektrische Bahnen und Fahrzeuge für besondere Zwecke.

Von Ingenieur Max Schiemann.

Gleislose Fahrzeuge. Aus dem amerikanischen Verkehrsleben berichtet E. Eichel[1]). daß der motorische Personenverkehr in der Stadt und nach dem Lande von den schienenlosen Motorfahrzeugen aufgenommen wird, weil die bestehenden Eisen- und Straßenbahnen durch ihre Werterhaltungsausgaben derartig verteuert worden sind, daß deren Verkehr abnimmt. Dort also die gleiche Verkehrspolitik, wie bei uns: maßlose Verteuerung und Erdrosselung des Verkehrsbedürfnisses, dadurch Entstehen wilder Verkehrsunternehmungen mit fragwürdigen wirtschaftlichen Erfolgen. Den automobilen Omnibusverkehr hält man an Verkehrsbequemlichkeit dem Gleisbetrieb überlegen, die Wirtschaftlichkeit der Benzingefährte fürchtet, der el. Oberleitungsomnibus (gleislose Bahnen) und den Akkumulatorenbetrieb begünstigt man. Auch dem Kleingütertransport rückt der automobile Motorwagen, hier aber insbesondere der el. Wagen, auf den Leib, da auch für Amerika der Brennölverbrauch eine Notfrage wird. Die schon in den vorherigen Jahresberichten erwähnten Transportkarren fanden in Amerika weitere Ausbildung und Typisierung. Das Ladegefährt wird zum Stapelgefährt ausgebildet, d. h. das beladene Stapelgerüst wird von Motorwagen unterfahren, angehoben, befördert und am neuen Werkort wieder ohne Umladung abgesetzt. Auch als Schlepper (Vorspanngefährt) findet

die gleiche Antriebs- und Lenkkonstruktion umfangreiche Anwendung. Die verschiedensten Typen sind dargestellt und beschrieben.

Die gleislose Bahn in Bradford hat neuerdings Decksitz-Personenwagen eingeführt, die beschrieben[2]) und durch Bilder erläutert werden. Fassungsraum ist 51 Personen, Leistung 33 kW Leergewicht 7 t. Die nach oben zugespitzte Seitenform dient Sicherheitsgründen bei scharfen Kurven. Die Rentabilität des Doppeldeckers soll ebenso günstig sein wie bei Trambahnen, was als ein besonderer Wertfaktor in der wirtschaftlichen Betrachtung angesehen werden muß.

Elektromobile für Frachttransporte[3]) finden jährlich eine bessere Anerkennung wegen ihres ökonomischen Arbeitens, wenn ihre Betriebsvorbedingungen erfüllt sind. Die unter dem Wagenrahmen ausfahrbar angehängte Batterie treibt zwei Motoren, die je durch ein Zahnrad- und Kettenvorgelege die hinteren Triebräder bewegen. In den Einzelheiten weichen die hier beschriebenen Elektromobile von den bekannten nicht ab. Die umkippbaren Aufsatzkätzen beschleunigen die Entladung, damit der Motorwagen seiner Haupttätigkeit möglichst kurz entzogen wird.

Ein benzin-el. Feuerwehrwagen[4a]) mit angehängter, auf zwei Rädern laufender Elektropumpe wird eingehend beschrieben. Seine Vorzüge sind: vorzügliche Fahrregulierung, stete Betriebsbereitschaft, Unabhängigkeit von Sammlerbatteriekapazität. Der abkuppelbare Pumpmotor ist ein vertikaler Motor, der unter sich direkt eine Zentrifugalpumpe antreibt. Die Stabilität des Pumpgefährtes wird durch eine Rohrstütze, die beim Stillstand herausgezogen wird, erreicht. Der Fahrzeugantrieb geschieht mittels Schnecke, Betriebsspannung ist 200 V.

Die Stadt Berlin[4b]) hat ihren el. Straßenkehr-Maschinenpark ganz wesentlich vermehrt. Die neuen 60 Gefährte werden Sprengwagen ziehen oder auf Asphaltpflaster Waschmaschinen treiben. Die Neuanschaffung kostete 1,32 Mill. Mark.

Fahrzeuge in gewerblichen Anlagen. Über Fortschritte in der Anwendung automobiler Fahrzeuge für Industriezwecke[5]) berichtet Electrician, und zwar über einen auf Regelspurschienen fahrbaren Kran mit el. Akkumulatorenantrieb für 100 t Hubkraft und 5 km/h Geschwindigkeit bei 14 t Eigengewicht.

Eine Kleinspurlokomotive mit einem im mittleren Führerstand aufgestellten Fahrmotor und auf dem Endperron untergebrachten Batterien für kleine Leistungen und eine mit Führerstand am Ende ohne Schutzdach werden beschrieben ohne wesentlich neue Daten zu fördern.

Ein berechnender Vergleich industrieller Traktoren wird in El. World[6]) zusammengestellt nach Angaben der Anderson Pace of the Mercury Manufacturing Co., Chicago, mit dem Resultat, daß der el. Kleinwarentransport gegenüber Menschenkraft unvergleichlich günstiger arbeitet und deshalb überall verwendet werden sollte, wo dauernd tote Massen hin- und herbewegt werden müssen.

Lokomotiven. Nutzlastlokomotiven[7]) werden besonders für große Steigungen angewendet, indem ein Teil der Zuglast auf der Lokomotive selbst untergebracht wird. Hierfür eignet sich die durch el. Oberleitung mit Betriebskraft versehene Lokomotive besonders. Eine von SSW für Mexiko gelieferte vierachsige Maschine mit 164 kW Leistung bei einer Fahrdrahtspannung von 1000 V Gleichstrom wiegt 23 t und nimmt 16 t Nutzlast in zwei aufklappbaren Perronkästen auf. Bei 82‰ Steigung zieht die Maschine noch weitere 16 t Nutzlast im Anhängewagen. Das Zuggewicht kann hierdurch um 32% geringer sein als bei reiner Zuglokomotive. Auch kleinere Nutzlastlokomotiven werden hierbei beschrieben.

Die Förderung mit el. Grubenlokomotive[8a]) erhält durch eine Rundfrage im Oberamtsbezirk Dortmund wirtschaftliche Beleuchtung. 60% aller Grubenförderungen werden von el. Lokomotiven bewirkt. Hiernach ist der Oberleitungsbetrieb billiger als Akkumulatorenbetrieb. Bei gleichmäßigeren Angaben der Zeche würde noch ein günstigeres Bild erreichbar sein.

Eine neue Form von Gruben-Lokomotiv-Fahrschaltern zur Überwindung großer Stromstärken mit geringster Funkenbildung beschreibt ETZ[8b]). Bei Reihen-Nebeneinanderschalten treten in den Umschaltstellen Funken auf, die durch Trennungen der Schaltstellungen auf Schaltwalzen und Hebelschalten vermindert werden. Diese Trennung bedingt die neuartige Gestaltung des Fahrschalters. — Druckluft- und Benzolbetrieb ist durch Elektrizität bei weitem überholt[8c]), weil deren Leistung 100 bis 174% höher ist als diese, bei nur 45 bis 48% der Betriebskosten. Die direkte Stromzuführung steht mit 881 Betrieben an der Spitze der Zusammenstellung.

Kupplung: Hutton[9]) beschreibt eine Magnetkupplung für el. Fahrzeugübersetzungen zwischen Motor- und Getriebeachse, unter dem Namen Entz Magnetic Transmission bekannt. Das Getriebe ist nicht umkehrbar, hat sich aber in längerem Omnibusbetrieb bewährt und verspricht bei weiterer Durchbildung und Erprobung einen guten Ersatz für die heutigen Betriebe.

El. Treidelanlagen[10]) auf Kanälen und Wasserstraßen erfordern an den Schleusen besondere Einrichtungen, die im Helios beschrieben werden. Ein Portalgefährt dient im Schleusenbereich als Zugmaschine für zwei nebeneinanderliegenden Schleusen. Es läuft auf der Zwischenmole über Gleisen, die sich auf die Ufermauern stützen. Dadurch ist die Fahrstraße ihren übrigen Verwendungszwecken nicht entzogen.

Seilbahnen. El. betriebene Kriegsseilbahnen[11]) in den Dolomiten bilden das Vortragsthema der 14. Geschäftsversammlung des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins, 21. Februar 1920. Sie wurden an Stelle des Benzinbetriebes gewählt, womit zugleich Beleuchtung und für die Eisregionen Beheizung erreicht wurde. Es kam Drehstrom von 3000—10000 V zur Anwendung. Insbesondere wird die einfache Bedienung bei höchster Sicherheit gerühmt und der el. Bremsung und automatischen Sicherheitsausschaltung ein Vorzug eingeräumt.

El. Schiffsantrieb[12]) ist der Antrieb der Neuzeit, über den in den letzten Jahren an gleicher Stelle mehrfach berichtet wurde. Rettie schreibt über konstruktive Einzelheiten, insbesondere über Motorschaltungen, Turbinenkonstruktionen und Zukunftsaussichten und sucht dem Antrieb die Wege mehr und mehr zu ebnen.

Den gleichen Gegenstand behandelt Butler[13]) in vielfachen Vergleichen mit allen anderen Betriebsarten. Es werden die verschiedenen Schiffstypen beschrieben und Berechnungen aufgestellt. — Emmet[14]) berichtet über die Verwendung des el. Antriebs von Handelsschiffen im Anschluß an vorjährige Berichte über Kriegsschiffe. Er ist der Ansicht, daß der el. Betrieb auch bei Handelsschiffen vorteilhafter sei als der Antrieb mittels raschlaufender Turbinen mit einfacher oder doppelter Zahnradübersetzung.

Über Fortschritte des elektrischen Antriebes bei Handelsschiffen und Schleppern berichtet die Rundschau der Z.V.D.I.[15]) unter besonderer Beachtung der Ljungström-Turbine und des Dieselmotors als Primärmaschine. Die el. Übertragung kann bei richtiger Anordnung die beste Zahnradübersetzung übertreffen und gestattet zugleich den Laderaum des Schiffes durch den Wegfall des Wellentunnels zu vergrößern. Bei Schleppern gestattet der schnellgehende Dieselmotor hierbei, eine bessere Gestaltung der Schraube für flache Gewässer durchzuführen. — Auch für Fischerei-Fahrzeuge ist nach Strauch der el. Zwischenantrieb angewandt worden[16]), aber hier entstanden Zweifel darüber, ob der Dieselmotor direkt nicht gleiche oder bessere Resultate geliefert hätte. — Für eine Hochseejacht ist eine ähnliche Anordnung gewählt worden, wohl aber mehr aus dem Grunde, mehrere kleine Hilfsmaschinen und eine Reservebatterie zu speisen[17]).

[1]) E. Eichel, El. Kraftbetr. S 282. — [2]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 761. — [3]) Engineering Bd 109, S 446. — [4a]) Engineering Bd 109, S 173. — [4b]) ETZ S 818. — [5]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 159. — [6]) El. World Bd 74, S 795. — [7]) A. Passauer, El. Kraftbetr. S 225. — [8a]) O. Gunderloch, El. Masch.-Bau S 486. — [8b]) ETZ S 39. — [8c]) ETZ S 655. — [9]) P. H. Hutton, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 679. —

[10]) Helios Exportz. S 611. — [11]) G. Markt, Z. Österr. Ing. Arch. Ver. S 87. — [12]) Ch. Rettie, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 257. — [13]) R. J. Butler, El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 699. — [14]) W. L. R. Emmet, El. Masch.-Bau S 294. — [15]) Z.V.D.I. S 557. — [16]) Liston, ETZ S 593. — [17]) ETZ S 593.

Hebezeuge, Transport- und Verladevorrichtungen.

Von Prof. Rud. Krell.

Fördermaschinen. W. Philippi[1]) berichtet über die Regel- und Stillsetzfähigkeit von Hauptschachtfördermaschinen mit Betrieb durch einfachen Drehstrommotor und stellt fest, daß mit Doppelkommutatormotoren oder Reihenschlußmotoren wesentliche Vorteile gegenüber der Leonard-Schaltung nicht erreicht wurden, so daß derartige Anlagen in den letzten Jahren nicht mehr ausgeführt, vielmehr auf den asynchronen Drehstrommotor zurückgegriffen wurde. Bei einer mittelgroßen Förderanlage (Teufe 600 m, Nutzlast 3 t, $v = 12$ m/s) der Gewerkschaft Bernsdorf der Heldburg-A.-G. in Hildesheim wurde dabei die Geschwindigkeitsverminderung während der Senkperiode in vorteilhafter Weise durch eine fein abgestufte Luftdruckbremse mit elektromagnetisch betätigten Ventilen und einer Einrichtung zum Kurzschließen der Läuferwicklung bei Erreichung der asynchronen Drehzahl bewerkstelligt. Die Anwendbarkeit dieser Bauart auf Hauptschachtfördermaschinen muß sich erst zeigen. Auch E. Blau[2]) behandelt Fördermaschinen mit Drehstrom- und mit Gleichstrombetrieb und weist auf eine leonardähnliche Ausführung von BBC hin, die mit einer in weiten Grenzen regelbaren Dampfturbine arbeitet, wodurch sowohl Schwungrad, als auch Pufferbatterie vermieden werden. — Der Bau el. Förderanlagen[3]) in den Vereinigten Staaten von Amerika hat weitere Fortschritte gemacht. Für die Valier Coal Co. in Süd-Illinois wurde eine teilweise selbsttätig arbeitende Fördermaschine mit einem Gleichstrommotor für 1000 kW aufgestellt. Die Regelung der Fördergeschwindigkeit ($v = 7{,}5$ m/s) und die Stillsetzung der Maschine erfolgt selbsttätig. Die Ingangsetzung kann sowohl vom Führerstand als auch vom Schacht aus herbeigeführt werden. Die größte bisher gebaute Förderanlage wurde nach Südafrika an die Randfontein Central Gold Mining Co. in zweifacher Ausführung geliefert. Jede der beiden Anlagen besitzt zwei Motoren für 1840 kW, 106 U/min, 600 V, die von einem Induktionsmotor für 3680 kW und zwei Generatoren für 2000 kW, 600 V gespeist werden (Ward-Leonardsystem, Teufe 1500 m, Nutzlast 5 t, $v = 20$ m/s). H. H. Broughton[4]) ermittelt in ausführlicher Weise an Beispielen die verschiedenen Widerstände und Motorleistungen bei Förderanlagen mit wechselnd geneigten Schächten, so der Meyer & Charlton Gold Mine (Schachtneigung 27° bis 45°) und der Crown Mines Ltd. (Schacht lotrecht und geneigt) in Afrika. Ch. E. Reaburn[5]) tritt für eine möglichst weitgehende Normalisierung der Fördermaschinen ein.

Hütten- und Stahlwerkskrane. H. Hermanns[6]) zeigt, nach welchen Gesichtspunkten im modernen Siemens-Martinstahlwerk die Hebezeuge zur Handhabung der Rohstoffe, des Roheisens und der Zuschläge, des Fertigerzeugnisses in flüssiger und fester Form, sowie der Brennstoffe für die Gaserzeugung zu verteilen und anzuordnen sind, und kritisiert die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten in bezug auf ihre Wirtschaftlichkeit. Beachtenswert ist die Anordnung eines teleskopartig in der Höhe verstellbaren Führerkorbes bei einem Schmiedelaufkran für 60 t[7]) (Gleichstrom 220 V) und die Einschaltung einer elektromagnetischen Kupplung gegen Überlastung des Krans durch die Schmiedepresse.

A. Kußler[8]) beschreibt einen von der MAN mit SSW-Ausrüstung gebauten Gießlaufkran für 100 t und 27,3 m Spannweite, dessen Pfanne nicht in starrer Führung läuft, da der Kranfahrmotor (auch der Haupthubmotor) mit Leonard-

Schaltung arbeitet und dadurch ein sehr sanftes Anfahren möglich ist. Die übrigen Motoren (Hilfswindwerke für 30 t und 10 t, Katzfahrwerk) werden unmittelbar aus dem Netz mit 500 V Drehstrom, 50 Per/s gespeist. Der Hubmotor für 30 t, 100 kW wird durch Schützenschalter bedient. Ein einhüftiger Blockabstreifkran[9]) mit Auslegerlaufkatze und darauf laufender Arbeitskatze mit Deckelabhebevorrichtung besitzt 8 Motoren (Gleichstrom 220 V). Die Bedienung erfolgt durch zwei Kranführer, von denen der eine alle lotrechten, der andere alle wagerechten Bewegungen steuert.

Lade- und Entladevorrichtungen in Hafenplätzen. C. J. Pearce[10]) bringt eine Beschreibung von 26 Stück Vollportal-Drehkranen zu 3 t, die für die Erweiterung des Royal Albert Docks, London, gebaut wurden. Der Ausleger ist von 19,8 m bis auf 6,1 m einziehbar; dabei ist die Hubseilführung so getroffen, daß die Last beim Einziehen in wagerechter Richtung bewegt wird. Der Hubmotor (für 40 kW, Gleichstrom 440 V) wird durch eine Hilfssteuerwalze und Magnetkontakte gesteuert. Es kann sowohl mit Senkbremsschaltung als auch mit abgekuppeltem Motor (elektromagnetische Kupplung) und mechanischer Bremsung gesenkt werden. A. W. Campbell[11]) berichtet über einen eigenartigen Seilbahnkran im gleichen Hafen mit 46 m Stützweite. Der wagerechte Zug des Tragseiles wird von einem 46 m langen Fachwerkdruckbalken aufgenommen, der gehoben und gesenkt, auch schräg gestellt werden kann. Die Londoner Tilbury Docks besitzen 2 t Vollportal-Drehkrane mit einziehbarem Ausleger, bei denen auf anderem Wege, als bei den Kranen des Royal Albert Docks, eine wagerechte Bewegung der Last beim Auslegereinziehen erreicht wird. Beide Hafenplätze besitzen auch je einen Vollportal-Drehkran für 25 t[12]) mit einziehbarem Ausleger (Ausladung 25,3 m bis 10, 7m) ebenfalls mit wagerechter Bewegung der Last beim Einziehen. H. F. Smith[13]) teilt mit, daß die Han-Yeh-Ping Iron and Coal Corporation in China eine el. Greifer-Verladebrücke für Erzentladung aus Schiffen erstellt hat, um die bei den starken Wasserspiegelschwankungen (14 m) des Yangtzse-Flusses unsichere Handentladung zu ersetzen. Die feststehende Brücke besitzt zwei nebeneinander liegende Fahrbahnen für je eine Laufkatze mit drehbarem Ausleger. Hubmotor 125 kW, 600 U/min, Gleichstrom 440 V, Katzfahrmotor 48 kW, Schwenkmotor 11 kW. Die Leistung einer Greiferkatze hat sich zu 100 t/h bei Entladung aus Seeschiffen, zu 70 t/h bei Entladung aus kleineren Schiffen ergeben. Im Hafen von Fowey[14]) ist neuerdings ebenfalls der Handbetrieb für die Verladung von Chinaton durch mechanischen Betrieb mittels Transportbandes, Kippers und Spills ersetzt worden. Leistung 110 t/h bis 200 t/h. Vier Gleichstromgeneratoren von je 38,5 kW betreiben die ganze Anlage. Eine einfache, dabei leistungsfähige (bis 40 t/h) Verladevorrichtung[15]) führt sich besonders in englischen Hafenplätzen mehr und mehr ein. Eine Seilrolle wird an einem zweckmäßigen Punkte über dem Schuppenportal befestigt, eine zweite über der Ladeluke des Schiffes. Mittels einer an Land und einer an Bord befindlichen Winde wird ein Seilzug hergestellt, der in hin- und hergehender Bewegung eine sehr schnelle Ladung oder Entladung ermöglicht.

H. H. Broughton[16]) beschreibt eingehend zwei Schwimmkrane zu 250 t für den Panamakanal. Im Krafthaus befinden sich: 1 Dampfmaschine, 250 U/min gekuppelt mit 2 Generatoren von 116 kW bzw. 58 kW zur Speisung der mit Ward-Leonard-Schaltung arbeitenden Motoren; 1 Dampfmaschine, 450 U/min, für die Erregerdynamo von 17 kW; 1 Dampfmaschine für den Lichtbetrieb (wegen der großen Feuchtigkeit 110 V). Bei Besprechung der verschiedenen Steuersysteme[17]) für schwere Schwimmkrane wird als Nachteil der einfachen Leonard-Schaltung angeführt, daß sich die Motoren nicht selbständig der wechselnden Belastung anpassen und daß immer nur ein Motor arbeitet.,

Flaschenzüge und Schiffsladewinden. Die Vorzüge der el. Flaschenzüge[18]) werden besprochen und anschließend die Ausführung der Deutschen Maschinenfabrik-A.-G. Duisburg behandelt. Einen neuartigen Elektroflaschenzug bringt R. Stahl[19]) in vier Größen von 100 kg bis 5000 kg Tragfähigkeit unter dem

Namen »Schlangenzug« auf den Markt. Die »Stahlschlange« dieses Flaschenzugs ist eine Verbindung von Kette und Schraubenspindel. Die Schraubenmutter, die stets mit zwei Spindelgliedern in Eingriff ist, wird von dem Motor angetrieben. Eine Bremse entfällt, da Selbstsperrung vorhanden. J. Bahl[20]) hebt hervor, daß für Schiffsladewinden fast ausschließlich Gleichstrommotoren verwendet werden. Die Anwendung der Leonard-Schaltung hat sich als zu teuer erwiesen. Bei der gewöhnlichen Sicherheitsbremsschaltung aber gehen fast 40% der Nennleistung des Motors durch Abdrosselung verloren, was für die Verhältnisse, wie sie auf Schiffen vorliegen, sehr ungünstig ist. Die SSW bauen deshalb für solche Winden einen Kompoundmotor, dessen Nebenschlußfeld beim Heben soweit geschwächt wird, daß praktisch die Charakteristik des Hauptstrommotors entsteht. Beim Senken wird die Hauptstromwicklung abgeschaltet und das Nebenschlußfeld solange geschwächt, bis die gewünschte Geschwindigkeit (beim leeren Haken 1,9 der Hubgeschwindigkeit) erreicht ist. Der Energieverbrauch einer solchen Winde beträgt nur $^2/_3$ dessen einer Winde mit Hauptstrommotor und Senkbremsschaltung. Ein Vergleich mit Dampfwinden ergibt für das Laden und Löschen von 10000 t bei el. Antrieb eine Ersparnis von M 10000 bis M 65000 im Vergleich zu Dampfbetrieb, je nachdem man es mit einem Dampfschiff oder reinem Ölbetrieb zu tun hat. Dabei sind für 1 t Kohle M 270 und 1 t Trieböl M 1800 zugrunde gelegt. Schiffswinden mit Spillkopf für 3 t, von einem Gleichstrommotor von 18,8 kW und 220 V angetrieben, werden in großer Zahl von I. H. Wilson & Co[21]) gebaut. Die Winde besitzt eine Fußtrittbandbremse, die auch durch einen Bremsmagnet betätigt wird und eine Zentrifugalbremse. Seilgeschwindigkeit 24,5 m/s.

Verschiedenes. Hermanns[22]) behandelt eine el. betriebene Entlade- und Stapelvorrichtung für Schüttgüter. Sie besteht aus einem fahrbaren Becherelevator mit beiderseits angebrachten kurzen Zubringeschnecken und dient zum Hochstapeln vom Lagerplatz aus, Be- und Entladen von Eisenbahnwagen und Überladen von einem Wagen auf einen anderen. Mit einem Motor zu 4,4 kW betrieben, kann mit dieser Vorrichtung 1 Mann stündlich zwei Wagen zu 15 t entladen, also 4- bis 6mal schneller als von Hand.

V. Sykora[23]) berichtet über Neuerungen an Greiferkranen bei Lokomotivbekohlungsanlagen. Die Betätigung des Greiferwindwerkes erfolgt durch einen, in kreuzförmigen Schlitzen verstellbaren Steuerhebel. Die Konstruktion ist für Gleichstrom, Drehstrom und Einphasen-Wechselstrom durchgebildet und von den Skodawerken ausgeführt. Bei Einphasen-Wechselstrom werden Déri-Motoren verwendet.

Von einem Schiffsschrägaufzug für 800 t, erbaut von Summer & Co[24]), wird mitgeteilt, daß das Drahtseil 32 Jahre im Betrieb war, während dieser Zeit 720 Schiffe mit im ganzen 332000 t Schiffsgewicht gehoben hat, und daß die Prüfung nach dem Ablegen die Verwendbarkeit für noch einige Jahre ergeben hat. Die Firma hat die Schrägaufzugswinden in neun Größen für 100 t bis 3500 t Schiffsgewicht normalisiert und versieht sie mit einer Hilfstrommel für den Stapellauf.

E. G. Weyhausen[25]) schildert den Gang der Verhüttung der Golderze in den Goldminen des Witwatersrand und führt die verschiedenen Arten der Beförderung des zutage gebrachten Erzes bis zur Verarbeitungsstelle, je nach der Entfernung, an. Bei Entfernungen über 2500 m wird el. oder dampfbetriebene Gleisbahn, bei 2500 m bis 150 m el. angetriebene bodenständige Seilbahn mit Kippwagen, bei weniger als 150 m el. betriebenes Transportband verwendet.

Der Schiffszugsbetrieb[26]) auf Wasserkraft- und Schiffahrtskanälen wird als Schleppboot- und als el. Treidelbetrieb besprochen und nach Versuchen auf dem Teltowkanal festgestellt, daß sich bei letzterem für 1 t/km nur $^1/_3$ des Energieverbrauches des Schleppbootbetriebes ergeben. Für die Isarwerke München—Donau (120 km) errechnen sich, für 30 gleichzeitig verkehrende

1200-t-Schiffe, bei el. Triedelbetrieb 2,65% der Kraftwerksleistung von rund 120000 kW. Auch Nebenvorteile der el. Treidelung werden hervorgehoben.

Wintermeyer[27]) erörtert verschiedene Schaltungen bei Hebezeugen mit el. Senken für den Hauptstrommotor und Drehstrommotor. Chr. Ritz[28]) beschreibt eine Senkbrems-Sparschaltung der SSW für Gleichstrom, bei welcher der Motor beim Senken mit el. Bremsung keinen Netzstrom verbraucht.

[1]) W. Philippi, ETZ S 355. — [2]) E. Blau, Z. Österr. Ing. Arch. Ver. 1920, S 41, 212. — [3]) Helios Fachz. S 417 (nach Gen. El. Rev. Nr 1). — [4]) H. H. Broughton, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 286, 340, 441, 514, 612; Bd 85, S 54, 104. — [5]) Ch. E. Reaburn, Electr. (Ldn.) Bd 86, S 38. — [6]) H. Hermanns, ETZ S 148. — [7]) Engineering Bd 110, S 572. — [8]) A. Kußler, ETZ S 332. — [9]) ETZ S 241. — [10]) C. J. Pearce, Electr. (Ldn.) Bd 86, S 17. — [11]) A. W. Campbell, Electr. (Ldn.) Bd 86, S 24. — [12]) Engineering Bd 110, S 501. — [13]) H. F. Smith, Electr. (Ldn.) Bd 86, S 14. — [14]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 269. — [15]) ETZ S 260. — [16]) H. H. Broughton, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 292. — [17]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 290. — [18]) Helios Expz, S 4139. — [19]) ETZ S 377. — [20]) J. Bahl, ETZ S 1056. — Z. Ver. D. Ing. S 889. — [21]) Engineering Bd 110, S 599. — [22]) Hermanns, ETZ S 55. — [23]) V. Sykora, El. Masch.-Bau S 94. — ETZ S 337. — [24]) Engineering Bd 110, S 255. — [25]) E. G. Weyhausen, ETZ S 166. — [26]) El. Masch.-Bau S 17 (Heft 5, Anz.). — [27]) Wintermeyer, Helios Fachz. S 15. — [28]) Chr. Ritz, ETZ S 31.

Maschinenantrieb in Fabriken, Pumpen, Werkzeugmaschinen und elektrische Werkzeuge.

Von Prof. Dr.-Ing. A. Brückmann.

Maschinenantrieb. Die Frage des Einzel- oder Gruppenantriebes wird noch immer eifrig besprochen, obwohl sich eine eindeutige Lösung kaum finden lassen wird. Neuerdings werden Gruppenantriebe, z. B. bei Druckereimaschinen, in Einzelantriebe mit angebautem Motor und Riemenantrieb aufgelöst[1]). Die Motoren erhalten zweckmäßig Höchststrom- und Nullspannungauslösung sowie Druckknopfsteuerung[2]). Needham[3]) betont die Notwendigkeit der Überwachung der Motoren, besonders der großer Leistung, während des Betriebes und regelmäßiger Untersuchung, gegebenenfalls Trocknung mittels Stromes oder Widerstandsgitter unterhalb der Maschine. Die Dauer der Trocknung beläuft sich auf einige Tage bis mehrere Wochen. Bei Anwendung stufenloser Regelung mittels Gleichstrommotoren[4]) kann bei Verwendung von Einspannplatten und Einzelantrieb an Arbeitszeit gespart werden. Die Energiemehrkosten[5]) richten sich stark nach dem Belastungsfaktor des Werkes und liegen bei einem solchen von 80% bis 20% zwischen 6 bis 86% Mehrkosten.

Pumpen und Wasserhaltungen. Eine bemerkenswerte Wasserhaltungsanlage von 3700 kW Leistung[6]) ist in Kalifornien zur Trockenlegung von 275 km² mit einer Leistung von 30,7 Mill. hl im Tag in Betrieb genommen worden. Bei einer Förderhöhe von 9 m und einer Wassergeschwindigkeit von 53,5 m/s arbeiten 6 Pumpen von je 590 kW Leistung mit Antrieb durch Drehstrommotoren mit Kurzschlußanker für 60 Per/s bei 2,4 kV und 248 Umdrehungen. Die Arbeitsdauer der Anlage beträgt im Jahr nur 30 bis 60 Tage, da nur während der Regenperiode Vollbelastung eintritt. Eine unter Wasser betriebsfähige Schleuderpumpe zum Auspumpen lecker oder gesunkener Schiffe[7]) vereinigt derart Motor und Pumpe, daß der Kreisel und der Druckstutzen im einen Lagerschild, der Saugstutzen im andern untergebracht ist. Die Statorwicklung ist durch einen im Luftspalt angeordneten Blechmantel aus Spezialstahl hoher magnetischer und geringer elektrischer Leitfähigkeit abgedichtet und von Transformatorenöl umgeben. Bei Grundwasserwerken[8]) haben vertikale Schleuderpumpen den Vorteil, daß die einzelnen Rohrbrunnen ohne Heberwirkung auf ein gemeinsames Druckrohr arbeiten können. Ihre Tätigkeit kann durch Fernsteuerung geregelt werden. Auch für Kesselspeisepumpen[9]) können die bis zu 70 at herzu-

stellenden Turbopumpen vorwiegend wegen größerer Wirtschaftlichkeit elektrisch angetrieben Verwendung finden. Als Hilfspumpen können einige dampfgetriebene Turbopumpen aufgestellt werden.

Fächer und Gebläse. Ein größeres Gebläse[10]) für 283 m^3/min bei 0,33 at Druck ist durch die Thomson Houston Company mit Antrieb durch einen Synchronmotor von 3000 Touren, der gleichzeitig als Phasenverbesserer dient, ausgeführt worden. Für Lüftungsanlagen[11]) mittlerer Leistung mit nicht über 15 mm WS für Theater, Werkstätten und Versammlungsräume eignen sich Schraubenlüfter, bei geeigneter Schaufelform nach Belieben als Druck- oder Sauglüfter. Für größere Widerstandshöhen kommen Schleuderradlüfter in Frage. Von der AEG werden kleine Schmiedefeuergebläse für 100, 150 und 200 mm WS und darüber auf den Markt gebracht[12]).

Metallbearbeitung. Die elektrischen Handbohrmaschinen[13]) werden zwar gegen Preßluftwerkzeuge doppelt so schwer, doch in Rücksicht auf den 7,5- bis 10fachen Arbeitsverbrauch der letztgenannten lassen sich die elektrischen Werkzeuge unter Anwendung geeigneter Gestelle bei Herstellung von Eisenkonstruktionen gut verwenden. Das Gewicht der Elmobohrmaschinen beläuft sich bis auf 45 kg bei 80 mm Lochdurchmesser. Eine neue elektrische Nietmaschine[14]), bei der der Nietdruck durch einen Elektromagnet hervorgebracht wird, bringt die Mada Engineering Co. in Liverpool auf den Markt. Durch einen Arbeitsregler, der von der Belastung abhängig gemacht ist, kann mit Vorteil bei Verwendung von Gleichstrom von Schwungmassen beim Antrieb von Pressen und Scheren[15]) abgesehen werden. Durch el. Verriegelung werden die Bewegungen der Werkzeugmaschine gesteuert, so daß Beschädigungen durch fehlerhaften Lauf ausgeschlossen sind[16]). Eine elektrohydraulische Schere[17]) für Platten bis 300 mm Dicke und 1,12 m Länge bei einer Messeröffnung von 660 mm wird durch einen Ilgnerumformer von einem Motor von 500 kW bei 86 Umdr. betrieben. Die Bedeutung, die der el. Antrieb bei Werkzeugmaschinen[18]) gewonnen hat, beweist die Ausstellung in Olympia, bei der eine große Zahl el. betriebener Werkzeugmaschinen mit vorzüglich angepaßtem Motor ausgestellt waren (vgl. S 2[21]). Die AEG bringt kleine Schleif- und Poliermotoren[19]) für Kleinhandwerk, Kunstgewerbe und Zahntechniker auf den Markt.

Holzbearbeitung. Eine großzügig angelegte Flugzeugwerft[20]) in England besitzt für ihre Holzbearbeitungsmaschinen 22 Motoren von je 30 kW für Gruppenantrieb und 28 Motoren zwischen 15 und 0,75 kW für Einzelantrieb. Die ganze Anlage ist in zwei Hauptgruppen getrennt, die durch einen überdeckten, kranbefahrenen, breiten Gang von etwa 500 m Länge verbunden sind. Für den Gebrauch auf dem Zimmerplatz findet neuerdings die el. Handbohrmaschine in leichter Ausführung, die bei einem Gewicht von 15 kg Löcher von 500 mm Tiefe und bis zu 110 mm Durchmesser zu bohren imstande ist, vermehrt Eingang[21]). Auch zum Antrieb ortsbeweglicher Kreissägen und Bandsägen[13]) [22]) findet der Elektromotor mit Vorteil Verwendung.

Weberei und Faserstoffaufbereitung. Eine sehr eingehende Behandlung läßt W. Stiel[23]) dem el. Antrieb der Papiermaschine zuteil werden. Insbesondere wird die Regelung des veränderlichen Teiles, bestehend aus Siebpartie, Pressenpartie und Trockenpartie, eingehend besprochen. Am zweckmäßigsten hat sich bei Gleichstrom die vereinigte Spannungs- und Feldregelung erwiesen, daneben kommt für Drehstrom der Nebenschlußkollektormotor mit Bürstenverstellung in Frage. In Baumwollespinnereien[24]) mit zahlreichen (bis 3250) Motoren ist eine geeignete Prüftafel zu empfehlen, die im Betriebe eingeschaltet, den Motor zu überwachen gestattet. Für Selfaktoren[25]) wird neuerdings in England bei Gruppenantrieb ein Motor mit Schwungrad verwandt, das bei geeignet großer Riemenspannung die Stöße des ausfahrenden Wagens usw. zu übernehmen imstande ist. Bei kleinerer Motorleistung soll eine Erzeugnissteigerung von 7 bis 10% erzielt werden können. Eine Papierzerkleinerungsmaschine[26]) der AEG gestattet das Zerschneiden von Dokumenten in 3 mm breite Streifen und darauf ein Zerreißen in 30 mm lange Stücke, so daß ein nachträgliches

Zusammensetzen ausgeschlossen erscheint. Die Schnitzel ergeben in Form von Papierwolle ein sehr geeignetes und wohlfeiles Packmaterial. Der Kraftverbrauch stellt sich bei 350 mm Schnittbreite allerdings auf 1,1 kW, bei 600 mm Schnittbreite auf 2,2 kW.

Berg- und Hüttenwesen. Weyhausen[27]) beschreibt den Verhüttungsvorgang bei der Goldgewinnung in den Minen des Witwaterrand in Südafrika vom Schachte bis zur Goldbarre. Der Elektromotor findet dabei weitgehende Verwendung. Für die verschiedensten Betriebe ist der Kraftbedarf angegeben. In den Kohlengruben von Illinois[28]) ist die Verwendung el. Kraft derart ausgedehnt, daß für die Tonne geförderter Kohle 4 kWh in Ansatz zu bringen sind. Die el. Kraftverteilung in Zinngruben behandeln D. M. W. Hutchison und W. J. Wayte[29]). Sie kommen zu dem Ergebnis, daß eine Verteilungsspannung über 500 V in den meist nicht ausgedehnten Gruben kaum erforderlich ist. J. Mathivet[30]) befürwortet die Verwendung von Synchronmotoren bei Leistungen über 75 kW auch unter Tage. Er weist auf die Entwicklung in Amerika hin und warnt die französische elektrotechnische Industrie, sich einseitig auf den Asynchronmotor einzustellen, da der Zeitpunkt kommen werde, an dem infolge des besseren Leistungsfaktors dem Synchronmotor der Vorzug gegeben werden würde. Naturgemäß kommen nur Synchronmotoren mit selbsttätigem Anlauf in Frage, er befürwortet den Leeranlauf mit verringerter Spannung unter Anwendung einer geeigneten mechanischen oder el. Kupplung. Auch für Deutschland wird die Frage der Verbesserung des Leistungsfaktors in der nächsten Zukunft eine Rolle spielen, und die deutsche Industrie rüstet sich bereits, den in dieser Beziehung zu erwartenden Ansprüchen zu genügen. Sie hat sich dabei erfreulicherweise nicht auf den Leeranlauf des Synchronmotors beschränkt, sondern bildet solche Motoren für mehr oder weniger belasteten Anlauf aus. Es wird allerdings die Frage zu entscheiden sein, welcher von beiden Motorgattungen der Vorzug zu geben sein wird, ob dem unter Last anlaufenden Synchronmotor oder dem durch einen naturgemäß umlaufenden, nicht schwingenden Phasenverbesserer ergänzten Asynchronmotor. Im amerikanischen Ölgebiet[31]) werden die Ölschwengelpumpen mit Vorteil durch Induktionsmotoren mit Polumschaltung betrieben. Die normale Leistung ist je nach der Umdrehungszahl 22 oder 11 kW. In der Radzionkagrube der Gräfl. Donnersmarckschen Verwaltung in Oberschlesien sind die Schüttelrutschen[32]) der SSW (vgl. JB 1919, S 104) in größerem Maßstab in Betrieb genommen worden.

Die Frage, ob Gleichstrom oder Drehstrom zum Antrieb von Walzenstraßen vorzuziehen sei, wird von Ablett[33]) dahin entschieden, daß Gleichstrom unbedingt den Vorzug verdiene, da nur mit ihm verlustlose Regelung möglich sei, während bei Drehstrom stets der Verlust im Schlupfwiderstand in Kauf genommen werden muß. Ein Vergleich beider Antriebe mit einem Motor von je 900 kW mit einer Leerlauftourenzahl von 150 und einer Umlaufszahl von 115 beim Walzen ergibt eine äußerste Tourenschwankung von 45% bei Drehstrommotor gegen 8,5% beim Gleichstrommotor, bei etwa dreifachem Verlust des ersten gegenüber dem letztgenannten. Neuerdings sind zwei gleiche Straßen mit Gleichstromantrieb bzw. Scherbiusreglersatz in Ausführung begriffen, nach deren Vollendung sich aus vergleichenden Versuchen endgültige Schlüsse ziehen lassen werden. Berücksichtigt ist bei den Betrachtungen allerdings nur der Motor, nicht die Verteilungsanlage, derentwegen in Deutschland ebenso wie in Amerika meist dem Drehstrom der Vorzug gegeben wird. Die Bedingungen für durchlaufende Walzenstraßen unterzieht E. Scherer[34]) einer kritischen Betrachtung. Erforderlich ist Tourenabfall beim Erfassen des Walzgutes, begrenzte Leerlauftourenzahl und Regelbarkeit. Eine solche Verbundcharakteristik ist zwar auch bei dem Krämer-Reglersatz möglich, aber teuer. Er schlägt daher vor, den Reglersatz nach Krämer mit Reihenschlußcharakteristik auszuführen und zur beliebigen Begrenzung der Leerlauftourenzahl parallel zu dem Kollektor des Hintermotors eine Drosselspule zu schalten. Diese bleibt bei Synchronismus ohne Wirkung, bei Übersynchronismus tritt durch

die induktive Belastung im Motoranker eine Feldverstärkung ein, gleichzeitig sinkt das Drehmoment bis auf Null bei einer begrenzten Tourenzahl. Diese ist schließlich beliebig einstellbar, wenn die Drossel an die Hauptbürsten und verstellbare Hilfsbürsten des Hintermotors angeschlossen wird. Eine Umfrage in England[35]) hat für durchlaufende Betriebe einstimmig zugunsten des el. Antriebes gegenüber Dampfantriebes unter der Voraussetzung preiswerter el. Energie entschieden. Für Umkehrstraßen hat zwar der el. Antrieb die Mehrheit, aber auch für Dampfantrieb hat sich eine beachtenswerte Minderheit ausgesprochen. Wertvolle vergleichende Tabellen geben W. E. Taylor und C. E. Raeburn. Große Walzwerksantriebe[36]) sind in der Bethlehem Steel Co. aufgestellt, und zwar für eine Umkehrstraße ein Motor von 3700 kW Leistung bei 50 Umdrehungen nebst zugehörigem Ilgnerumformer mit einem Schwungrad von 50 t. Die Knüppelstraße wird von einem Induktionsmotor von 3000 kW bei 83 Umdrehungen angetrieben. Ähnlich umfangreiche Antriebe finden sich in den Fairfieldwerken in Tennessee der Kohlen und Stahl Co. Die größte Umkehrstraße der Welt[37]) findet sich im Warrenbywalzwerk bei Redcar. Sie bewältigt bei 10 t Gewicht des Walzgutes stündlich 30 t und wird von einem Doppelmotor von insgesamt 15000 kW nebst Ilgnerumformer mit Induktionsmotor und Schlupfregelung angetrieben. Das Gewicht des Walzmotors beträgt 420 t, das der umlaufenden Teile 120 t. Ein anderer großer Straßenantrieb wurde für Steel, Peech und Tozer ausgeführt. Die Normalleistung des Motors beträgt 4500 kW bei einer Spitzenleistung von 12000 kW; der Doppelmotor läuft mit 48 Umdrehungen bei 1500 V und wird von einem Ilgnerumformer mit vier in Reihe geschalteten Steuerdynamos von je 375 V betrieben. In England sind bei vermehrter Einführung des el. Betriebes in Walzwerken[39]) Versuche mit Universalstraßen gegenüber Umkehrstraßen erfolgreich durchgeführt worden. Die Hilfsantriebe[40]), zu denen auch elektrohydraulische zu rechnen sind, werden meist mit Gleichstrom und Schützensteuerung ausgerüstet. Zu den leichten Antrieben gehören die Bleiplatten- und Zinnwalzwerke[41]), wofür Motoren von 65 kW und Schwungräder von 2 t Gewicht zur Anwendung kommen. Die Anfangstemperatur für Blei beträgt 80°, die Endtemperatur zwecks Erzielung eines besseren Erzeugnisses etwa 60°. Die Zinnwalzwerke werden in England meist mit zwei Strecken ausgerüstet, im Gegensatz zu Amerika, wo meist nur eine einzige Strecke in Anwendung kommt.

Landwirtschaftlicher Betrieb. Charbonier[42]) ist der Ansicht, daß im allgemeinen die kleinen Antriebe und die Beleuchtung wirtschaftlich elektrisch ausgeführt werden sollte, dagegen Dreschsätze und Pflüge mit Heißdampflokomobilantrieb als wirtschaftlicher vorzuziehen sind. Eine wesentliche Rolle spielen dabei naturgemäß die Energiekosten. Dort, wo Wasserkraft zur Verfügung steht, wird man von der Verwendung von Kohle absehen. Im Ausland gesammelte Erfahrungen werden nicht ohne weiteres auf Deutschland übertragen werden können. Der Ausführung der Verteilung und der Art der Abnahme der hochgespannten el. Energie widmet sich A. Delamarre[43]). Bemerkenswert ist die Entwicklung, die die Energieabnahme im Herefordbezirk, insbesondere durch sachgemäße persönliche Beeinflussung genommen hat[44]). Eine besondere Art el. Pflügens führt die Compagnie électromécanique ein[45]). Der Motorwagen von 3 t Gewicht bleibt dabei an Ort und Stelle stehen, das Zugseil läuft über zwei feste Rollen und zwei mittels verstellbarer Spannseile verankerte Ankerwagen, zwischen denen der normale Maschinenpflug läuft. Der Verbrauch beträgt 90 kWh/ha bei 30 bis 35 cm Tiefe und 121 kWh bei 40 bis 42 cm Tiefe. Die stündliche Leistung beläuft sich auf 0,14 ha. An Stelle des Pfluges wird die Bodenfräse[46]) einzuführen versucht, die in Leistungen von 36, 22, 7,5 und 2,5 kW bei einer Arbeitstiefe von 25 bis 8 cm mit einem Kraftverbrauch von durchschnittlich 56 kWh/ha ausgeführt wird. Über den Erfolg können erst weitere Versuche Aufschluß geben. Im allgemeinen wird weitgehende Verwendung der Elektrizität im landwirtschaftlichen Be-

trieb[47]) mit Recht befürwortet. Die Ergebnisse der Beeinflussung des Pflanzenwuchses durch Bestrahlung[48]) sind immer noch derart schwankend, daß ein einwandfreies Urteil noch nicht möglich ist. Bemerkenswert ist ein Versuch in der Gärtnerlehranstalt in Dahlem mit Bestrahlung durch das rötliche Licht von Neonlampen, der ein günstiges Ergebnis verspricht.

Sonstige Antriebe. Zum Antrieb von frachtraumsparenden Ballenpressen[49]) wird mit Vorteil unter Verwendung von Reihenschlußmotoren und Flaschenzügen vom el. Antrieb Gebrauch gemacht. Eine solche Presse für 200 t Druck zum Pressen von Häuteballen ist mit Druckknopfsteuerung ausgerüstet. Die Hilfsantriebe auf Schiffen[50]) werden, je nachdem es sich um Ladewinden, Spille, Kesselzuganlagen und Ölpumpen handelt, rein elektrisch oder hydraulisch-elektrisch ausgeführt. Nur bei der Ruderbewegung ist dem hydraulischen Antrieb der Vorzug zu geben. In Rücksicht auf das tropische Klima empfiehlt sich die Verwendung von papierisoliertem, eisenbewehrtem und lederumnähten Kabel. — Eine neue Einrichtung zum Reinigen der Außenhaut von Schiffen[51]), ohne diese docken zu müssen, wird in England eingeführt. Sie besteht aus einer Barkasse, an der ein an einem 12 m langen beweglichen Arm befestigter, wasserdicht gekapselter Motor die Bürste treibt. Mit Hilfe dieser Einrichtung ist es möglich, die Bewachsung von 5 Monaten ohne Beschädigung des Schiffsbodens und ohne den übrigen Schiffsbetrieb am Liegeplatz zu stören, in 6 Stunden zu beseitigen. — In San Franzisko wurde eine einflügelige, el. betriebene Hebebrücke[52]) in Betrieb genommen. Bei einer Spannweite von 28,2 m übernehmen zwei Hauptstrommotoren von je 19 kW unter Anwendung el. Verriegelung die Brückenbewegung. — In Gasanstalten[53]) werden trotz des feuergefährlichen Betriebes Elektromotoren in stets zunehmendem Maße verwandt. Selbst in Apparat- und Reinigungsräumen könnte der neue Motortyp mit Mantelkühlung zugelassen werden. Der normale, schlagwettersichere Schutz reicht bei Vorhandensein von Wasserstoffgas nicht aus. Statt dessen empfiehlt sich eine Labyrinthdichtung auf der Welle für die bis 9 at gasdicht gekapselten Schleifringe. Auch in andern feuergefährlichen Betrieben der chemischen Industrie, der Petroleumgewinnung usw. verdient der geschützte Elektromotor angewandt zu werden. In England scheint man nach den Ausführungen von E. Davies allerdings mit dem el. Antrieb in Gaswerken infolge mangelhafter Konstruktion der Motoren keine guten Erfahrungen gemacht zu haben. Vielseitige Anwendung findet der Elektromotor im Großküchenbetrieb und in Brauereien[54]). — Zur Heizung der Wäschereimaschinen[55]) wird el. Strom verwandt, und zum el. Läuten von Kirchenglocken[56]) dienen neuerdings selbstgesteuerte Drehstrommotoren einfachster Ausführung. — Die AEG[57]) hat der Ausbildung kinematographischer Vorführungsapparate für wissenschaftliche Zwecke besondere Aufmerksamkeit zugewandt. Die Apparate gestatten, jedes beliebige Bild aus der Bewegungsreihe herauszugreifen und dem Zuschauer als ruhendes Bild in genauer Rahmenstellung vor Augen zu führen. — Ein besonderes Beispiel von Fabrikumstellung vom Kriegs- zu Friedenserzeugnis zeigt das Werk der New England Westinghouse Co. in Springfield, Mass.[58]). Im Krieg als Munitionswerk lieferte es 1250000 Gewehre, 50000 Maschinengewehre und 200 Tankgeschütze, jetzt ist das Werk der Westinghouse Electric Co. angegliedert und ist auf die Herstellung von Kleinmotoren umgestellt. Es ist imstande, monatlich 15000 Kleinmotoren für Haushaltszwecke, 15000 Maschinen für Kraftwagenbeleuchtung und Motoranwurf und 15000 Zündmaschinen herzustellen. Der frühere Gruppenantrieb mit 149 Drehstrommotoren ist jetzt durch Einzelantrieb der Werkzeugmaschinen mit 750 eingebauten Motoren ersetzt. Eine Tabelle gibt Aufschluß über den Kraftbedarf der einzelnen Maschinen.

[1]) El. World Bd 74, S 637. — M. Gaze, Mitt. AEG S 123, 135. — K. Hogrefe, El. Masch.-Bau S 401. — [2]) El. World Bd 76, S 165. — [3]) O. Needham, El. World Bd 76, S 237. — [4]) Dingl. Bd 335, S 258. — [5]) H. C. Thuerk, El. World Bd 75, S 443. — [6]) E. Bachman u. W. J. Delehauty, El. Masch.-Bau S 520. — [7]) Engineering Bd 110, S 274. — [8]) M. Gaze, Mitt. AEG S 1. — [9]) J. White,

Electr. (Ldn.) Bd 85, S 23. — El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 10. — [10]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 693. — [11]) B. Jacobi, El. Anz. S 813, 817, 821, 825, 831. — R. Rückert, Mitt. AEG S 42, 52. — Helios Fachz. S 365. — [12]) Mitt. AEG S 34. — [13]) W. Gütschow, El. Masch.-Bau S 438. — G. Peltz, El. Kraftbetr. S 265, 273, 291, 299. — Mitt. Ver. EW S 148. — Engineering Bd 110, S 674. — [14]) ETZ S 615. — Engineering Bd 109, S 625. — [15]) O. Pollok, Z. Ver. d. Ing. S 500. — [16]) H. Bekker, Z. Ver. d. Ing. S 1033. — E. Blau, El. Masch.-Bau S 159 (Anh. v. Heft 40). — [17]) ETZ S 716. — [18]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 332, 375. — ETZ S 757. — Wintermeyer, El. Anz. S 789, 795, 803, 807. — Helios Exportz. S 1415, 1511. — O. Pollock, Mitt. AEG S 18. — El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 387. — [19]) E. Märker, Mitt. AEG S 151. — [20]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 187. — [21]) E. Märker, Mitt. AEG S 32. — Helios Exportz. S 2411. — [22]) Helios Exportz. S 1793. — [23]) W. Stiel, Z. Ver. d. Ing. S 30, 64, 87. — [24]) El. World Bd 74, S 933. — El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 104. — F. Nasmith, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 240. — C. S. Ickringill, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 254. — W. Browning, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 263. — C. Lamb, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 270. — V. Mallalien, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 275, 277. — E. Tanner u. C. F. Papworth, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 344. — [25]) Rev. Gén. El. Bd 7, S 669. — [26]) Mitt AEG S 71. — [27]) E. G. Weyhausen, ETZ S 166. — [28]) H. W. Eales, El. World Bd 75, S 676. — [29]) D. M. W. Hutchison u. W. J. Wayte, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 8, 36. — El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 62. — [30]) J. Mathivet, Rev. Gén. El. Bd 8, S 612. — [31]) W. G. Taylor, El. World Bd 75, S 17. — [32]) A. Janzen, Z. Österr. Ing. Arch. Ver. S 301. — [33]) ETZ S 732. — C. A. Ablett, Engineering Bd 109, S 664. — Stahl u. Eisen S 1564. — Electr. (Ldn.) Bd 84, S 549. — W. E. Swale, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 522. — W. Dixon, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 425. — R. Orsettich, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 518. — [34]) E. Scherer, El. Masch.-Bau S 129. — [35]) ETZ S 796. — W. E. Taylor u. C. E. Raeburn, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 524. — [36]) Helios Fachz. S 418 (nach Gen. El. Rev. Nr 1). — [37]) Electr. (Ldn.) Bd 84, S 519, 545. — [38]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 643, 646, 675. — [39]) L. Rothera, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 514. — C. A. Ablett, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 549. — [40]) G. Howard, ETZ S 776. — Electr. (Ldn.) Bd 85, S 521. — [41]) Engineering Bd 109, S 215. — W. E. Taylor, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 592. — [42]) ETZ S 471. — Charbonnier, ETZ S 135, 468. — [43]) A. Delamarre, Rev. Gén. El. Bd 7, S 364. — [44]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 472. — [45]) A. Delamarre, Rev. Gén. El. Bd 7, S 49, 615. — ETZ S 419. — [46]) R. Werner, ETZ S 614. — Mitt. Ver. EW S 145. — [47]) R. E. Neale, El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 544; Bd 87, S 506, 537. — A. W. Jones El. World Bd 76, S 283. — El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 508. — [48]) ETZ S 438. — El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 536. — Electr. (Ldn.) Bd 85, S 223. — Mitt. Ver. EW S 34. — [49]) ETZ S 182. — Electr. (Ldn.) Bd 84, S 446. — [50]) L. Miller, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 251. — ETZ S 676. — El. Anz. S 173, 189, 193, 203, 207, 239, 244. — [51]) ETZ S 879. — El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 798. — Helios Fachz. S 420. — [53]) W. Leybold, El. Kraftbetr. S 209. — Jl. Gas Wasser S 739. — E. Davies, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 424. — [54]) El. Anz. S 194. — Helios Exportz. S 448. — [55]) Schneider, Mitt. Ver. EW S 151. — [56]) Helios Exportz. S 2003. — [57]) F. Hoffmann, Mitt. AEG S 94. — [58]) El. World Bd 74, S 620.

VII. Verschiedene mechanische Anwendungen der Elektrizität.

Metallbearbeitung mittels elektrischer Erwärmung. Von Oberingenieur Chr. Krämer, Berlin. — Elektrisches Heizen und Kochen. Von Oberingenieur W. Schulz, Frankfurt a. M. — Elektrische Regelung. Von Oberingenieur Chr. Krämer, Berlin. — Elektrische Scheidung. Von Ingenieur Paul Schünemann, Eisenach.

Metallbearbeitung mittels elektrischer Erwärmung.

Von Oberingenieur Chr. Krämer.

Elektrisches Schweißen. Auch in diesem Jahre gingen die meisten Veröffentlichungen von Amerika aus.

Vorgänge im Lichtbogen, besonders die Ursache der Metallübertragung von der Elektrode nach dem Schweißstück, bilden den Gegenstand eingehender Untersuchungen. Bekanntlich ist die Wanderung des Elektrodenmaterials unabhängig sowohl von der Stromrichtung als auch von der Lage der Elektrode, denn es gelingt sowohl das Schweißen mittels Wechselstroms als auch entgegen der Wirkung der Schwerkraft nach oben (Deckenschweißung). Demnach müssen magnetische wie auch el. Einflüsse ausgeschlossen erscheinen. O. H. Eschholz[1]) kommt auf Grund seiner Versuche im Gegensatz zu Hudson (JB 1919, S. 108) zu der Annahme, daß die Kräfte hauptsächlich molekularer Natur seien; 85% des Materials würden hierdurch übertragen. Der an der schwachen Elektrode sich bildende Tropfen verlängert sich und wird, sobald er in Berührung mit der geschmolzenen Oberfläche des Werkstückes kommt, von dieser aufgesaugt. Oszillographische Aufnahmen von Strom und Spannung scheinen diesen sich periodisch wiederholenden Vorgang zu bestätigen. Es gelang ihm auch in einem ähnlichen Vergleichsversuch mittels einer mit Quecksilber gefüllten Kupferröhre, welche die Elektrode verstellte, und einer amalgamierten Oberfläche den Vorgang nachzuahmen. Hierdurch wird auch klar, daß das Schweißen an der Decke nur mit einem kurzen Lichtbogen gelingt. Aber auch aus anderen Gründen, die in einer kurzen Abhandlung mit Abbildungen C. J. Holslag[2]) darlegt, ist ein kurzer Lichtbogen wünschenswert, weil er die Oxydation des übertragenen Materials verhindert. Die Abbildungen zeigen die Ergebnisse richtiger und zu langer Lichtbogen.

Kohlelichtbogen. Das Schweißen mit Eisenelektrode schien eine Zeitlang die Kohlenelektrode zu verdrängen. Daß dies jedoch nicht der Fall ist, sondern für gewisse Zwecke der Kohlelichtbogen nach wie vor seine Berechtigung und Vorteile besitzt, besonders zum Schweißen von Gußeisen, Ausfüllen von Gußfehlern, Auftragen von Material, bei welchem besondere Härte verlangt wird, wie bei abgenutzten Radbandagen, zeigen die Aufsätze von O. H. Eschholz[3]), J. Sauer[4]). Aber nicht nur zum Schweißen sondern auch zum Zerschneiden von Material, bei welchem es auf sauberen Schnitt nicht ankommt, wie bei Schrott, ist es vorteilhaft anzuwenden.

Schweißumformer. C. A. Adams[5]) gibt eine allgemeine Übersicht über die Entwicklung des el. Schweißens in Amerika, England, Frankreich. Hiernach stellt A. M. Candy von der Westinghouse-Gesellschaft fest, daß für das Lichtbogenschweißen immer mehr sich als vorteilhaft herausstellt, für jede Arbeitsstelle eine besondere Schweißdynamo zu verwenden, wobei Schaltung und Anordnung fast die gleiche ist, wie sie in Deutschland seit Jahren von der AEG geliefert wird. J. Sauer[6]) beschreibt in den Mitt. AEG solche in Krämerschaltung ausgeführte Anlagen. Von diesen ist eine besonders bemerkenswert, da bei ihr ein gemeinsamer Motor mit sechs Schweißmaschinen und einer Erregermaschine auf gemeinsamer Welle gekuppelt sind, zum gleichzeitigen Betrieb von sechs Arbeitsstellen. Ähnliche Feststellungen[7]) wurden bei den technischen Sitzungen der Zusammenkunft des A. I. E. E. zu White Sulphur Springs gemacht.

Legierte Eisenelektroden[8]). Für viele Zwecke ist es erwünscht, daß die Schweißstelle aus demselben Material wie das Werkstück besteht oder besondere Eigenschaften, wie Härte, Dehnung usw., besitzt. Hierzu stellt die Alloys Processes Ltd., London, die Elektroden aus entsprechenden Legierungen, wie Kohlenstoff-Nickel-Mangan-Wolframstahl her. Diese eignen sich auch besonders zum Anschweißen der Schnelldrehstähle.

Widerstandsschweißung. Auf diesem Gebiet ist außer Veröffentlichungen allgemeiner Natur, die weiter unten zusammengestellt werden, bemerkenswert eine Verbesserung der Rollenschweißmaschine. Bei diesen führt der schleichende Verlauf der Erhitzung, besonders bei unreinen Überlappungen manchmal zu ungenügender Verschweißung. Die Deutsche Schweißmaschinenfabrik Becker & Co.[9]) sendet mittels eines Stromverteilers in kurzer Folge Stromstöße über die Schweißrollen, während das Schweißstück darunter entlang gleitet, so daß eine

zusammenhängende Naht entsteht. Es können auch zwei Schweißmaschinen gleichzeitig von einem Stromverteiler gespeist werden.

Punktschweißmaschinen. Damit bei diesen die zum Schweißen einer bestimmten Blechdicke erforderliche Höchststromstärke stets eingehalten und nicht überschritten wird, verwendet die Firma Mack[10]) ein auf den Kontaktarm aufgeschobenes Stromrelais, welches den Strom durch ein Schütz im richtigen Augenblick selbsttätig unterbricht.

Nietenerhitzer. Obgleich diese Maschinen nicht zum Schweißen benutzt werden, so müssen sie trotzdem hier aufgeführt werden, da sie baulich mit den Widerstandsschweißmaschinen übereinstimmen. Auch bei ihnen wird der zwischen die Strombacken eingeklemmte Niet durch den Strom zum Erglühen gebracht. Die Vorteile gleichmäßiger Erwärmung, Reinlichkeit, geringer Kosten bei großer Leistungsfähigkeit haben fast alle größeren Firmen veranlaßt, sie auf den Markt zu bringen. Sie zeigen alle eine bemerkenswerte Übereinstimmung im Bau, meistens besitzen sie drei Einspannbacken, um die Nieten laufend erwärmen zu können. Es sei hier auf die Veröffentlichungen der Maschinen der AEG[11]), von Moll[12]), der A. J. Mfg. Co.[13]), von Bemrich[14]) und der Westminster Eng. Co. Ltd.[15]) hingewiesen, in welchen sich Angaben über Stärke, Anzahl der Nieten und Stromverbrauch finden.

Eine **Spezialmaschine** zum Zusammenschweißen der Eisenbandumwicklung für armierte Kabel baut ebenfalls die Westminster Eng. Co. Ltd., Willesden[16]). Sie verschweißt Stahlbänder von 70 mm Breite bei 1,5 mm Stärke ohne merkliche Verdickung der Naht.

Einen handlichen Apparat zum Verlöten der Bleiklemmen an Batterien, der aus einem Spartransformator mit Kohlenelektrode besteht, ist unter dem Namen »the Pyrotyp el. burner« im Electr. (Ldn.)[17]) beschrieben.

Aufsätze allgemeiner Natur, welche die verschiedene Anwendung aller gebräuchlichen el. Schweißverfahren in den verschiedensten Betrieben und Ländern zeigen, seien hier noch zusammenfassend erwähnt. J. Sauer[18]), die el. Schweißung in Amerika, ein Auszug aus der Schweißnummer der Gen. El. Rev. (siehe auch JB 1918, S. 105). Stauch[19]), das el. Schweißen, ebenfalls im Auszug aus der amerikanischen und englischen Literatur. E. Schwarz[20]), El. Schweißen und Härten in Eisenbahnwerkstätten. J. Sauer[21]), Elektroschweißung und wirtschaftliche Fertigung. H. B. Payne[22]), Schweißen von Eisenkonstruktionsteilen. Erwähnt sei auch noch eine kurze Abhandlung über Erfahrungen mit einer Wechselstromausrüstung zum Lichtbogenschweißen auf der Hog Island Werft während des Krieges[23]) und O. H. Eschholz[24]) über die wichtige Frage der Ausbildung der Schweißer. In dieser Arbeit wird die methodische Anleitung, die Übungen, der Einfluß der Lichtbogenlänge, Überlappung und Durchdringung an Hand von Abbildungen gezeigt.

Augenschutz beim Schweißen. R. R. Butler[25]) untersucht die schädlichen Wirkungen der verschiedenen beim Schweißen auftretenden Strahlen besonders der ultraroten und der ultravioletten Lichtstrahlen auf die Augen und die dagegen gebrauchten Schutzbrillen auf ihre Zweckmäßigkeit und Wirksamkeit. Er betont die Notwendigkeit eines einfachen Prüfungsgerätes, das dem Käufer die Möglichkeit gibt, die im Handel angebotenen Schutzbrillen auf ihre Wirksamkeit, die schädlichen Strahlen auszuschalten, zu untersuchen.

Elektrische Wärme-Glühöfen. E. F. Collins[26]) beschreibt in einem Aufsatz über die Ausdehnung des Stromverbrauchs zu obigen Zwecken el. Ofen zur Behandlung von Kanonenrohren bei der GEC. Der Härteofen besteht aus einzelnen Ringelementen, die mit Widerstandsbändern ausgestattet sind, von ca. 2,4 m Durchm. und die bis zu beliebiger Höhe aufeinandergesetzt werden können. Ein Härteofen von 10,7 m Höhe verbraucht ungefähr 700 kW. Ein zweiter Ofen derselben Art von 2 m Durchm. und 27 m Höhe dient zum Erwärmen der Schrumpfringe bis auf 450°. Th. F. Baily[27]) gab vor dem Am. Iron a. Steel Inst. eine Zusammenstellung von Glühöfen verschiedener Art, und zwar mit festem Herd, mit ausfahrbarem Herd und Stoßöfen oder Kistenglühöfen mit

Angaben über Stromverbrauch und Leistungsfähigkeit. Besonders erwähnt ist ein von einem Drehstromnetz über einen Transformator gespeister Doppelofen für das Härten und Anlassen von Flugzeugteilen, von dem außer seiner Größe von 300 und 600 kW Stromverbrauch bemerkenswert ist, daß alle Vorgänge selbsttätig durch eingebaute Pyrometer gesteuert werden. Des weiteren werden Glühöfen für Blechwalzwerke erwähnt, ebenso ist das el. Heizen der Tieföfen in Erwägung gezogen.

Stahlhärtung. Nach einem besonderen Verfahren härtet die Firma Snead & Co.[28]) in Jersey, Stahlstangen und dünnwandige Rohre bis zu 7 m Länge. Die Stücke werden über einen Behälter in senkrechter Lage el. erhitzt und fallen, nachdem sie die richtige Temperatur erreicht haben, in die Härteflüssigkeit.

Ein neuartiges **Stahlhärteverfahren**[29]) unter Benutzung des el. Glühofens beruht auf der Beobachtung, daß bei der Umwandlungstemperatur sich eine Unregelmäßigkeit im Temperaturanstieg des Ofens bemerkbar macht. Ein registrierendes Thermoelement gibt den Zeitpunkt an, bei welchem die Härtung zu erfolgen hat.

Schmelz- und Glühöfen nach Nernst und Tammann[30]) für metallographische Zwecke für Temperaturen bis 2000° fertigt die Firme Hecke & Co., Göttingen, an; als Heizelemente dienen Kohlerohre. Gespeist werden sie durch einen Stufentransformator.

[1]) O. H. Eschholz, El. World Bd 75, S 1473; Bd 76, S 118. — [2]) El. World Bd 76, S 434. — [3]) O. H. Eschholz, El. World Bd 74, S 1158. — [4]) J. Sauer, Mitt. AEG S 154. — [5]) C. A. Adams, El. World Bd 75, S 321. — [6]) J. Sauer, Mitt. AEG S 141. — [7]) El. World Bd 76, S 64. — [8]) ETZ S 492. — [9]) Helios Exportz. S 3691. — [10]) Helios Exportz. S 3140. — [11]) J. Sauer, Mitt. AEG S 132. — [12]) Z. V. D. Ing. S 845. — [13]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 308. — [14]) Engineering Bd 109, S 730. — [15]) Engineering Bd 109, S 441. — [16]) Engineering Bd 109, S 802. — [17]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 164. — [18]) J. Sauer, ETZ S 173. — [19]) Stauch, ETZ S 318. — [20]) E. Schwarz El. Masch.-Bau S 72. — [21]) J. Sauer, Mitt. AEG S 108. — [22]) H. B. Payne, El. World Bd 75, S 1421. — [23]) El. World Bd 74, S 655. — [24]) O. H. Eschholz, El. World Bd 74, S 692. — [25]) R. R. Butler, Engineering Bd 109, S 823. — [26]) E. F. Collins, El. World Bd 75, S 145. — [27]) Th. F. Baily, Stahl u. Eisen S 1306. — [28]) ETZ S 594. — [29]) ETZ S 612. — [30]) Helios Exportz. S 2203.

Elektrische Wärmeerzeugung.

Von W. Schulz.

Allgemeines. Im Jahre 1920 wurde die Ausarbeitung der neuen Vorschriften des VDE für Koch- und Heizgeräte durchgeführt, die auf dem Verbandstage in Hannover zur Annahme gelangten, mit Gültigkeit ab 1. April 1921[1]). Sie schreiben u. a. für jedes Heizgerät die Beschriftung mit Ursprungszeichen, Nennspannung und Nennaufnahme vor, so daß Benutzer und Installateur nicht nur die Anschlußmöglichkeit und Leistung erkennen, sondern auch das Fabrikat selbst feststellen und den Hersteller haftbar machen können. Richtlinien für die Prüfung der Isolation und Leistung geben eine Basis für den Gütevergleich. Die Vorschrift einer bestimmten Ausführung der Anschlußkontakte für Geräte bis 2 kW gestattet den Anschluß von Geräten verschiedener Herkunft an den einheitlichen Gerätestecker, der in zwei Abarten für unregulierbare und regulierbare Geräte ohne und mit zwangläufiger Erdung ausgebildet ist. Der Gerätestecker ist inzwischen etwas geändert[2]) und der Termin seiner obligatorischen Verwendung auf den 1. April 1922 festgelegt worden. Die Bestrebungen nach Typisierung und Normalisierung der Heizgeräte[3]) sind noch nicht wesentlich vorangekommen. Wichtig für die Konstruktion und besonders für den Gebrauch el. Heizgeräte ist die sparsame Ausnutzung el. erzeugter Wärme[4]) durch richtige

Anordnung des Heizkörpers, geringste Wärmekapazität des Geräts, gute Wärmeisolierung und zweckmäßige Leitung des Arbeitsprozesses.

Heizgeräte für den Hausbedarf. Ruß[5]) schlägt vor, das Induktionsprinzip auch für kleine Wasserkocher im Hausgebrauch anzuwenden, wofür Meyer[6]) die Priorität in Anspruch nimmt. Solche Induktionsheizgeräte wurden schon vor 20 Jahren von Alioth fabriziert, ohne eine größere Verbreitung zu finden. Biermann[7]) beschreibt eine Verbesserung seines elektrolytischen Tauchsieders, dessen Prinzip auch bei einem Heißwasserkrug Ophelimos[8]) zur Anwendung kommt, der aber den VDE-Vorschriften nicht genügt. El. Bügeleisen werden verschiedentlich beschrieben[9]). Naujoks[10]) will eine günstigere Wärmeausnutzung durch Verschiebung des Gewichts von der Bügeleisensohle nach einer besonderen Gewichtsplatte erreichen, was Helberger[11]) nach seinen langen Erfahrungen als für die Praxis unzweckmäßig bezeichnet. Das Anschlußgestell für Bügeleisen[12]), schon vor 20 Jahren benutzt, verhindert den Hauptvorzug des el. Bügeleisens, seine kontinuierliche Erwärmung, und ist durch zweckmäßige Schnuranordnung längst entbehrlich geworden. Über Zubehör zu Bügeleisen und Betriebsdaten aus einer Wäschefabrik berichtet Schneider[13]). Besondere Aufmerksamkeit verdienen die Versuche, ein der Praxis entsprechendes Verfahren zur Bestimmung des Nutzeffekts von Bügeleisen[14]) auszuarbeiten. Heilbrun[15]) stellt aus schmiegsamem Heizgewebe einen Fußsack her, der mit geringstem Energieaufwand besser seinen Zweck erfüllt als die el. Wärmerolle[16]). Zündstöpsel für Zigarrenanzünder[17]), Sieder, Lötkolben und fester Anschluß für Bügeleisen[18]) werden als neue Formen altbekannter Geräte beschrieben. In England vergleicht Stubbings[19]) die Kosten der el. Heizung für häusliche Zwecke mit denen der Gasheizung. Wright[20]) beschreibt den realen Fall eines Landhauses mit eigener Wasserkraft, die zur el. Raumheizung, Warmwasserbereitung, el. Küche und sonstiger häuslicher Verwendung el. Energie ausgenutzt wird, während in einem Ausstellungshaus in London[21]) die Besucher zu solcher Nutzanwendung angeregt werden. Die Engländer bevorzugen noch immer die indirekt arbeitende Heizplatte und besonders deren offene Ausführung mit glühenden Drahtheizkörpern[22]), die in unzähligen Variationen auf den Markt gebracht werden, obwohl in einem Vergleich[23]) deren geringer Wirkungsgrad gegenüber direkt beheizten Wasserkesseln dargelegt wird. Neue Variationen bekannter Heizgeräte[24]), wie Grills, Toaster, Herde, Wärmschränke usw., werden abgebildet und beschrieben.

Großküchen. Auch 1920 ist in Deutschland nichts über el. Großküchen berichtet worden, während aus England die weitere Einführung in einem größeren Restaurant in London bekannt wird[25]). Die Ausführung der Geräte weicht nicht wesentlich von den früher beschriebenen ab, bis auf die vermehrte Anwendung von Aluminium.

Warmwasserbereitung. Die weitere Verteuerung der Kohle begünstigte die Ausnutzung von Wasserkraftenergie, im besonderen für el. Warmwasser- und Dampferzeugung. De la Brosse[26]) will allerdings für Frankreich die hydraulische Energie für hochwertige metallurgische und elektrochemische Zwecke verwendet baben, bevor sie zur Dampferzeugung herangezogen wird. Wintermeyer[27]) beschreibt das Prinzip el. Dampferzeugung und verschiedene Ausführungen, Schmolke[28]) referiert ebenfalls darüber. Constam-Bull berichtet mit instruktiven Schaubildern über den Parallelbetrieb eines Revelkessels mit kohlebeheizten Dampfkesseln in einer Schweizer Spinnerei[29]) und gibt genauere Daten eines solchen Kessels[30]). Elektrodenkessel scheinen für große Leistungen und für direkte Benutzung von Hochspannung das Feld zu erobern, während für die unzähligen Möglichkeiten der Nutzbarmachung überschüssiger kleiner und kleinster Wasserkräfte die Widerstandsheizung geeigneter ist. Die Heranziehung des Induktionsprinzips für Warmwasserdurchlaufapparate beschreibt Merkl[31]), demgegenüber auch hierfür Meyer die Priorität geltend macht. Ein einfacher Wassererhitzer[32]) für 1000 kW wurde in Amerika aus Eisenrohrschlangen

hergestellt, die vom zu erhitzenden Wasser und von Drehstrom mit 50 V durchflossen werden.

Elektrische Raumheizung. Über deren Aussichten in der Schweiz stellt Hottinger[83]) Untersuchungen an mit dem Ergebnis, daß auch in der wasserreichen Schweiz in kalten Wintermonaten die Kohlenheizung die Hauptwärmespenderin für die Aufenthaltsräume bleiben wird, vornehmlich, weil der Energieüberschuß der Wasserkraftwerke zeitlich nicht mit dem Hauptbedarf der Raumheizung zusammenfällt. Er ermittelt den Anschlußwert je Kopf für 200 Heiztage von je 24 h zu je 0,5 kW im Jahresdurchschnitt, steigend auf 0,7 kW im Monatsdurchschnitt des Januars und bei Anwendung von Wärmespeicheröfen mit 11 h Ladezeit zu 1,1 bzw. 1,5 kW. Saxegaard[34]) behandelt die Frage für norwegische Verhältnisse. In Schweden[35]) sucht man durch Warmwasserspeicher in Verbindung mit Warmwasserheizung eine Lösung. Auch in Idaho[36]) ist man der Ansicht, daß die allgemeine el. Raumheizung erst in Frage kommt, wenn der Kohlenverbrauch für andere Zwecke durch el. Heizung ersetzt ist. Daß die el. Raumheizung in ausgesuchten Fällen nicht nur den Benutzern beste Dienste leistet, sondern auch für die EWe einen beachtenswerten Energieabsatz bedeutet, berichtet Harrison[37]) von der Londoner City. Dort betrug im Bezirk eines EW der Anschlußwert der Heizöfen im Jahre 1908 2000 kW, 1914 5000 kW und stieg 1919 auf 11400 kW mit einem Verbrauch von 5 Mill. kWh. Auch in Theatern[38]) wird sie mit Erfolg angewendet. In dem Bestreben, die Oberflächentemperatur der Heizöfen möglichst niedrig zu halten, bildet die SEG ihren Radiophor[39]) aus glatten Blechzylindern, deren Heizkörper in Ölfüllung liegen, während in England mit Wasser gefüllte Dampfheizungsradiatoren[40]) durch eingelegte oder angesetzte el. Heizkörper gespeist werden. Solche Öfen sind wohl gesundheitlich zu bevorzugen, aber teuer und heizen sich langsam an. Das ist bei Dauereinschaltung zulässig, während für die hauptächlich in Frage kommende Ergänzungsheizung ein sofort Wärme abgebender Ofen mit geringster Masse am Platze ist. Deshalb haben sich Lampenöfen und mit Glühheizkörpern arbeitende Öfen[41]) am meisten eingeführt, besonders in England. Die Raumheizung findet auch in der Industrie vermehrte Anwendung für Trockenräume und Darren[42]). Dauch[43]) beschreibt el. beheizte Kerntrockenräume in einer Gießerei und gibt Erfahrungsdaten und Betriebskosten an.

Elektrische Heizung in Gewerbe und Industrie. Ludwig[44]) beleuchtet deren Wirtschaftlichkeit unter dem Gesichtspunkte, daß nicht die Kosten der Erwärmung schlechthin ausschlaggebend sind, sondern ihr Anteil an den Gesamtkosten eines Produkts und ihr Einfluß auf dessen Verbesserung. Beispiele dafür geben der Bericht über el. Wärmöfen[45]) in Drahtwalzwerken, die Heizvorrichtung für zu wickelnde Drähte[46]) und die el. Nietenerwärmung[47]). Grempe[48]) beschreibt ihre Benutzung bei der Zelluloidverarbeitung, wo ihre Feuersicherheit besondere Bedeutung erhält. Das Anlassen von Petroleummotoren[49]) wird durch Einfügen eines el. Heizsiebes in das Ansaugerohr erleichtert. Um das Einfrieren der Weichen[50]) zu verhindern, hat eine amerikanische Straßenbahngesellschaft el. Heizkörper eingebaut. El. Glühmuffeln werden in der Bijouteriefabrikation[51]) und in Industrielaboratorien[52]) vermehrt benutzt.

[1]) ETZ S 860. — [2]) ETZ 1921, S 446. — [3]) Schneider u. Leibius, ETZ S 385, 519. — P. Fischer, El. Anz. S 117, 125, 129. — [4]) Schneider, El. Anz. S 197. — Mitt. Ver. EW S 24. — [5]) Fr. Ruß, ETZ S 74. — [6]) G. W. Meyer u. Fr. Ruß, ETZ S 518. — [7]) F. Biermann, ETZ S 272. — El. Umschau S 246. — [8]) Helios Exportz. S 3800. — [9]) ETZ S 318. — [10]) ETZ S 120. — [11]) Helberger u. Naujoks, ETZ S 342. — Helios Fachz. S 192. — [12]) ETZ S 438. — [13]) Schneider, Mitt. Ver. EW S 128. — [14]) V. Engelhardt, El. Umschau S 298. — Mitt. Ver. EW S 294. — [15]) Heilbrun, El. Kraftbetr. S 253. — [16]) ETZ S 120. — [17]) ETZ S 140. — [18]) ETZ S 418. — [19]) G. W. Stubbings, El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 633. — [20]) T. B. Wright, El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 707. — [21]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 104. — [22]) Electr. (Ldn.) Bd 84, S 149, 404, 454, 574; Bd 85, S 331, 365, 746. — El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 318, 445. — L. Edwards, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 189, 557. — [23]) Electr. (Ldn.) Bd 84, S 454. — [24]) Electr. (Ldn.)

Bd 84, S 88, 223, 294, 352, 624; Bd 85, S 81, 283, 365, 424, 747. — H. W. Sullivan, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 389, 427. — [25]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 262. — Electr. (Ldn.) Bd 84, S 195. Bd 85, S 209. — [26]) R. de la Brosse, Rev. Gén. El. Bd 8, S 344. — [27]) Wintermeyer, El. Anz. S 351, 355. — [28]) Schmolke, Dingl. Bd 335, S 155. — [29]) E. G. Constam-Bull, Engineering Bd 110, S 563. — [30]) E. C. Constam-Bull, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 624. — ETZ S 735. — [31]) F. Merkl u. G. W. Meyer, El. Masch.-Bau S 81 (Anh. Heft 21), 101 (Anh. Heft 26). — [32]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 637. — [33]) M. Hottinger, Schweiz. Bauztg. Bd 75, S 57. — [34]) A. Saxegaard, El. Anz. S 438. — [35]) ETZ S 471. — [36]) ETZ S 261. — [37]) A. F. Harrison, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 25. — [38]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 57. — [39]) Helios Exportz. S 4035. — [40]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 368, 369. — El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 427. — [41]) Electr. (Ldn.) Bd 84, S 88, 149; Bd 85, S 370, 404, 600, 663, 746. — El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 443; (Arora Co.) Bd 87, S 158, 413. — [42]) P. M. Grempe, El. Anz. S 101. — [43]) A. D. Dauch, El. World Bd 76, S 168. — El. Masch.-Bau S 602. — [44]) Fr. Ludwig, El. Anz. S 733. — [45]) ETZ S 1008. — [46]) El. Anz. S 412. — [47]) Helios Exportz. S 3263. — [48]) P. M. Grempe, Helios Exportz. S 530. — [49]) El. Masch.-Bau S 125. — [50]) ETZ S 133. — [51]) El. World Bd 75, S 273. — [52]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 212, 236.

Elektrische Regelung.

Von Oberingenieur Ch. Krämer.

Fernsteuerung in Drehstromanlagen. H. Roth[1]) beschreibt eine im EW in Danzig ausgeführte Fernsteuerung, bei welcher über die geerdeten Nullpunkte des Drehstromnetzes zerhackter Gleichstrom verschiedener Frequenz geschickt wird. Relais, welche auf diese Frequenz abgestimmt sind, lösen dann durch Schließen eines Ortsstromkreises die gewünschten Schaltungen aus. Anwendung findet das Verfahren zum Ein- und Ausschalten von Ölschaltern; es kann aber auch für andere Zwecke gebraucht werden.

Anlaßvorrichtungen für Automobilmotoren. Pradel[2]) berichtet über Patente verschiedener Firmen. Bosch baut eine Vorrichtung, welche verhindert, daß der Anlaßmotor in das Getriebe eingeschaltet werden kann, solange der Verbrennungsmotor läuft, sowie eine andere, welche den Anlaßvorgang beeinflußt. Ein Patent der Soc. An. pour l'Eclairage El. d. Veh. benutzt die mit der Geschwindigkeit veränderliche Erregerstromstärke der Beleuchtungsdynamo, um den Zündzeitpunkt des Verbrennungsmotors zu beeinflussen.

Eine **Schützensteuerung** der Haltemagnete für eine vertikale Blechschere beschreibt J. L. Guthorn[3]). Der Vorgang ist folgender: Durch einen Fußtrittschalter werden die Haltemagnete über ein Einschaltschütz erregt, sobald der Schnitt beginnen soll. Nachdem das Messer seinen tiefsten Punkt erreicht hat, werden die Magnete selbsttätig ausgeschaltet, so daß nur noch die Remanenz das Blech festhält. Nach Erreichen der obersten Lage erfolgt ein geringer Gegenstrom zur Vernichtung der Remanenz. Ein weiterer Druckknopf ermöglicht jederzeit, in den Vorgang einzugreifen.

Der Kreiselkompaß im Schachtbau. O. Martienssen[4]) schildert die Anwendung dieses wunderbaren Apparates im Schachtbau, wenn nach dem Gefrierverfahren abgeteuft wird. Hierbei werden bekanntlich rings um den abzuteufenden Schacht Bohrlöcher in die Erde getrieben und diese dann durch eingebaute Kühlrohre zum Gefrieren gebracht, so daß der ganze Umkreis einen festgefrorenen Block bildet, in welchem, wie in festem Gestein, das Abteufen vorgenommen werden kann. Bedingung ist, daß die Bohrlöcher möglichst senkrecht niedergebracht werden. Um Abweichungen hiervon nach Lage und Größe rechtzeitig festzustellen und berichtigen zu können, wird der Kreiselkompaß mit Registriervorrichtung versehen in ein Rohr eingebaut, welches, in das Bohrloch niedergelassen, die Abweichungen aufzeichnet.

Elektrischer Schiffskreisel. P. R. Jackson[5]) berichtet über die Anwendung eines elektrisch angetriebenen und gesteuerten Schiffskreisels auf einem 10000 t-Schiff, welcher die Schlingerbewegungen dämpfen soll. Diese Anlage nach den Plänen von E. A. Sperry besteht aus zwei Kreiseln von je 25 t Gewicht, die mit 150 m Umfangsgeschwindigkeit in einem zur Verminderung der Luftreibung ausgepumpten Gehäuse laufen. Sie werden durch einen Asychronmotor angetrieben; die Präzesionbewegung wird durch einen besonderen Gyrostaten elektrisch gesteuert. Schaubilder zeigen, daß die Schlingerbewegung von 31° nach Einschaltung der Kreisel bis auf 2° zurückging.

Kinematographie mit 50000 Aufnahmen[6]) in der Sekunde für Geschoßzwecke. Nach Génie Civil wird der Entladefunken eines Schwingungskreises zur Beleuchtung des Geschosses benutzt. Dieser auf die Frequenz von 50000 abgestimmt, bewirkt die Aufnahme auf den sich mit gleichmäßiger Geschwindigkeit bewegenden Filmstreifen.

Neuerung an Münzmessern für den Verkauf von Gas und Elektrizität. Herkner[7]) macht den Vorschlag, diese ohne großen Aufwand so abzuändern, daß sie nur mit den von den Werken gelieferten Marken in Tätigkeit gesetzt werden können. Hiernach wird über den Einwurf ein Quersteg angebracht; die Marken erhalten einen bis zur Mitte reichenden Schlitz, über welchen sie auf den Quersteg aufgesteckt und durch Drehen in den Automaten eingeführt werden. Auf diese Weise kann ohne große Abänderung der Apparate der Preis für die Einheit den wechselnden Kosten der Erzeugung angepaßt werden.

Antrieb und Regelungseinrichtungen für den el. Antrieb von Textilmaschinen bespricht in einer allgemeinen Zusammenstellung L. Grosheintz[8]) ohne wesentlich Neues zu bringen.

[1]) H. Roth, ETZ S 685. — [2]) Pradel, El. Anz. S 752. — [3]) J. L. Guthorn, El. World Bd 76, S 1071. — [4]) O. Martienssen, ETZ S 462, 477. — [5]) P. R. Jackson, El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 539. — [6]) ETZ S 181. — [7]) H. Herkner, ETZ S 398. — [8]) L. Grosheintz, Rev. Gén. El. Bd 8, S 497.

Elektrische Scheidung.

Von Ingenieur Paul Schünemann.

Elektromagnetische Scheidung. Die Kohlennot hat dazu geführt, den Feuerungsrückständen erhöhte Bedeutung beizumessen. Man nutzt die schwachmagnetischen Eigenschaften der Koksschlacke aus, um sie auf magnetischem Wege von den noch brennbaren Rückständen zu scheiden. Von verschiedenen Firmen[1]) wurden eingehende Versuche gemacht, das naß-mechanische Verfahren durch Magnetscheider zu ersetzen. Man läßt die auf bestimmte Körnung abgesiebten Feuerungsrückstände über Elektromagnetscheider mit hochkonzentrierten Feldern laufen und erhält so ein verhältnismäßig reines Produkt von noch brennbaren Rückständen. Von der Firma Krupp-Grusonwerk, Magdeburg, wurden einzelne Anlagen in Betrieb gegeben. Wie sich dieselben in der Praxis bewähren, muß die Zeit lehren.

Auf dem Gebiete der elektromagnetischen Naßscheidung wurden von Junkmann[2]) neue Patente angemeldet, die prinzipiell nichts Neues bringen.

Elektrostatische Scheidung. Im letzten Jahr hat die el. Gasreinigung weiter an Ausdehnung gewonnen, die Anzahl der Anlagen hat sich um ein bedeutendes erhöht. Die Zahl der in Deutschland und dem europäischen Auslande errichteten el. Gasreiniger ist jetzt einschließlich der im Bau befindlichen auf 53 Anlagen für die verschiedensten Verwendungszwecke gestiegen.

Fortschritte sind besonders erzielt in der Reinigung der Abgase von Soda-Calcinieröfen, Drehrohröfen, Schachtöfen, Generator- und Wassergasgeneratoren,

Reinigung der Rauchgase von Kesselfeuerungen und Sulfatgewinnung aus Zellstofflauge, für den Niederschlag von Abgasen, die Flurschäden erzeugen, z. B. SO_3, die in kondensierter Form wiedergewonnen werden. In sämtlichen Anlagen werden jetzt rund 2 Mill. m^3/h Gas gereinigt.

Hinweise auf das Anwendungsgebiet sowie auf Ausführungen machen Johannsen und Dürer[3], A. Hutchinson und E. Bury[4], Andreason[5], d'Arsonval, Bordas und Touplain[6], J. S. Highfield, W. R. Ormandy und D. Worthall Lauric[7].

[1] Magnetwerk, Eisenach; Krupp-Gruson, Magdeburg. — [2] Junkmann, DRP 325384 Kl. 1/4; 328633 Kl. 1b/4. — [3] Johannsen u. Dürer, Stahl u. Eisen S 1076, 1416. — [4] A. Hutchinson u. E. Bury, Z. Ver. D. Ing. S 895. — El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 391. — [5] Andreason, Jl. Gas Wasser S 46. — [6] d'Arsonval, Bordas u. Touplain, Rev. Gén. El. Bd 7, S 492. — [7] J. S. Highfield, W. R. Ormandy u. D. Worthall Lauric, El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 680.

B. Elektrochemie.

VIII. Elemente und Akkumulatoren.

Elemente. Von Prof. Dr. K. Arndt, Charlottenburg. — Akkumulatoren und ihre Verwendung. Von Oberingenieur Dr. Hermann Beckmann, Berlin.

Elemente.

Von Prof. Dr. K. Arndt.

Bleiperoxydelement. Die Kippbatterie der Elektrischen Spezialfabrik für Kleinbeleuchtung[1]), welche ebenso wie der Bleisammler Bleisuperoxyd als Depolarisator und Schwefelsäure als Elektrolyten benutzt, aber als negative Elektrode Zink verwendet und, damit sich das Zink nicht auch während der Ruhe auflöst, jedesmal nach dem Gebrauch entleert werden muß, ist weiter ausgestaltet worden. Auf das Gefäß, welches oben seitlich einen beim Umlegen die ganze Säure aufnehmenden Behälter trägt, ist ein Schutzdeckel geschraubt, welcher die Pole der Batterie gegen unbefugtes Berühren sichert; ferner haben die Zinkplatten ein solides Gestell erhalten. Für diese wegen der schwierigen Gefäßform teure Batterie werden drei Vorteile geltend gemacht: Die Spannung beträgt 2,4 V; die positive Platte läßt sich wieder aufladen; bei dem durch Umkippen bewirkten Stromschluß ist jede Funkenbildung ausgeschlossen.

Luftsauerstoff als Depolarisator. Das Zinkkohleelement mit Chlorammonium-(Salmiak-)Lösung als Elektrolyten hat in seiner einfachsten Art, welche Luftsauerstoff als billigsten, aber wenig leistungsfähigen Depolarisator benutzt, durch Ch. Féry[2]) folgende Form erhalten. Die Zinkplatte liegt wagerecht am Boden; unter Zwischenlegen einer Filzplatte wird die Kohleelektrode daraufgestellt, welcher zur Vergrößerung ihrer Oberfläche die Form eines Hohlzylinders oder sternförmiger Querschnitt gegeben ist. Der Zinkverbrauch ist im Ruhezustand sehr gering und im ganzen nur wenig größer als der abgegebenen Strommenge entspricht.

Elemente mit alkalischem Elektrolyten. Wenn Kalilauge als Elektrolyt benutzt wird, so klettert sie trotz sorgfältigen Vergießens der Elemente leicht heraus. F. Böcker und A. Eichhoff[3]) suchen dies zu vermeiden, indem sie statt zu vergießen einfach einen vielfach gelochten Deckel aufsetzen. Dann bildet sich durch Einwirkung der Kohlensäure aus der Luft eine Kruste von Kaliumkarbonat auf der Oberfläche des Elektrolyten, welche das Aufsteigen der Lauge verhindert. Außerdem setzen sie den Zinkbecher noch in einen zweiten erheblich höheren Becher.

Braunstein als Depolarisator. Fast alle übrigen Erfindungen und sonstigen Veröffentlichungen beziehen sich auf das Zinkkohleelement mit Braunstein (Manganperoxyd) als Depolarisator und mit verdicktem Elektrolyten, zumal auf seine Zwergform für Taschenbatterien. Diese Fabrikation, welche einen

nicht unerheblichen Teil der deutschen, besonders der Berliner Industrie beschäftigt, hat nach dem riesigen Aufschwung, welchen sie während des Krieges nahm, einen gewaltigen Rückschlag erfahren; sie muß jetzt wegen der ungeheuer gestiegenen Selbstkosten ,und der Ausfuhrschwierigkeiten besonders schwer kämpfen. Trotzdem wird rüstig weitergearbeitet.

Elektrolyt der Braunsteinelemente. C. Beyer[4]) findet ein Gemisch von 90% Natriumchlorid, 5% Borax und 5% Hexamethylentetramin brauchbarer als den üblichen Salmiak, weil sich aus der Lösung jenes Gemisches keine Kristalle am Zink ansetzen.

Verdickungsmittel. Anstatt des üblichen Weizenmehles setzt Soc. anon. Electrique de Thumesnil[5]) zum Elektrolyten ein sehr poröses feinkörniges Magnesiumkalksilikat, welches durch Brennen eines Gemisches von Asbest und Steatit, Mahlen und Absieben erhalten ist. Diese Masse saugt vom Elektrolyten etwa ¾ ihres eigenen Gewichtes auf und läßt noch zwischen den zackigen Körnchen genügenden Raum für die Bewegung des Elektrolyten. Gips als Verdickungsmittel wird von W. Keil[6]) verwendet; um die Masse porös zu machen, setzt er Infusorienerde zu. Als geeignet nennt er eine Mischung von 10 Teilen Infusorienerde, 25 Teilen Gipsmischung, deren Erstarren durch Zusatz von Eibisch verzögert ist, und 100 Teilen Elektrolyt.

Zinkelektrode. Die wirksame Oberfläche der Elektrode wird von G. L. Tarver[7]) dadurch vergrößert, daß er den Becher mit einem Zinkdeckel versieht und den Elektrolyten den Deckel berühren läßt. Um das ungleichmäßige Zerfressen der Zinkbecher zu vermeiden, stellt E. Wilke[8]) sie durch Ziehen nahtlos her und erhitzt sie danach auf eine höhere Temperatur, wodurch Ungleichheiten im Gefüge beseitigt werden. Durch diese Behandlung soll auch die Lagerfähigkeit der Elemente verbessert werden. A. Pouchain[9]) will das Zink sogar gegen verdünnte Schwefelsäure schützen, indem er es erst amalgamiert, dann als Kathode in einer schwach schwefelsauren zehnprozentigen Lösung von Magnesiumsulfat und Quecksilberbisulfat ungefähr 1 h lang mit etwa 2 A/dm^2 behandelt und schließlich bei sanfter Wärme trocknet.

Als Ableiter wird Kadmium von der Deutschen Gasglühlicht-Akt.-Ges.[10]) empfohlen, weil das Zink an der Berührungsstelle im Ruhezustand praktisch nicht angegriffen wird und infolgedessen vollständig ausgenutzt werden kann.

Kohleelektrode. An die alten Leclanché-Elemente, bei denen Kohle-Braunsteinplatten auf der Elektrode durch Gummiringe befestigt waren, erinnert das Element des Syndicaat Graamans Patent[11]). Die schmalen Graphit-Braunsteinplatten umgeben einen Kohlestab und werden an ihn mittels Stirnplatten und Schnüren angedrückt. Diese Anordnung soll das bequeme Verschicken und Auswechseln dieser Depolarisationskörper ermöglichen.

Damit alle Teile des Braunsteins am elektrochemischen Vorgange bei der Entladung mitwirken können, muß das Graphit-Braunsteingemisch ziemlich porös sein. F. Christ[12]) will die Porosität von außen nach innen zunehmen lassen, indem er entweder durch eine Presse, welche auf den Umfang der Elektrode wirkt, die äußeren Schichten verdichtet oder indem er den inneren Schichten gröbere Körnung gibt.

Die Preßformen, in welchen das angefeuchtete Gemisch von Braunstein und Graphit um den Kohlestab herumgepreßt wird, bestehen gewöhnlich aus Hartholz, Steingut oder Porzellan. Holz hat den Nachteil, daß es sich ziemlich rasch abnutzt; Steingut oder Porzellan springt gelegentlich. W. Friedrich[13]) umgibt deshalb ein Rohr aus Porzellan oder besser Quarzglas mit einem Metallrohr und gießt den Zwischenraum mit Zement aus. Weil der die Preßform unten verschließende eiserne Schieber sich leicht festklemmt, ersetzen ihn J. J. Pala und R. Scheer[14]) durch eine ausschwingende Klappe. Sie geben der Klappe eine nicht rostende Auflage, z. B. aus Pockholz, und lassen in das Holz ein auswechselbares Glasklötzchen ein. Vor dem Stampfen schieben sie einen

Specksteinzylinder ein, dessen Mittelbohrung dem Kohlestab Richtung gibt. Eine neue Maschine zur selbsttätigen Herstellung der Puppen hat C. Hubert[15]) erfunden, ebenso eine Maschine, welche danach die Metallkappen auf die Kohlen aufsetzt. F. Eisner[16]) befestigt die Hülle auf die Puppe, statt durch Umspulen mit einem Faden, durch Umspinnen mit mehreren sich kreuzenden Fäden. Die scharfen Kanten der Puppen werden für das maschinelle Umspinnen zweckmäßig abgerundet.

Bei den Kohleelektroden der großen Elemente wird zur Stromableitung auf die Kappe ein Gewindestift festgelötet oder genietet. G. Schodde[17]) befestigt ihn sicherer, indem er ihm unten einen vierkantigen Kopf gibt, der in einer gleichen Aussparung der Kappe festgenietet wird. W. Fehse[18]) schraubt den Stift sogar durch eine Mutter auf der Kappe an. Bei den kleinen Elektroden für Taschenbatterien wird auf die Kappe ein kurzer Metallstreifen als Stromableiter angelötet. Sein Abbrechen wollen P. Pörscke und E. Zoost[19]) verhindern, indem sie ihn zu einer federnden Schleife nach außen biegen. J. S. Hamilton[20]) setzt den langen Ableitungsstreifen, der bei den Taschenbatterien gewöhnlich an den Zinkpol gelötet wird, an den Kohlepol und biegt zur Schleife nach innen. Unter diesen zurückgebogenen Metallstreifen klemmt er, um Kurzschluß zu verhüten, einen Streifen aus isolierendem Stoffe, dem er am anderen Ende eine sichere Auflage gibt, indem er den letzten Zinkbecher der Batterie auf den Kopf stellt.

Aufbau der Taschenlampenbatterien. Um das Vergießen zu sparen, setzt O. Kern[21]) einfach einen Pappdeckel auf und hält ihn durch kleine Metallzungen fest, die aus den Ableitungsstreifen ausgestanzt sind. Weil oft die Batterien durch Versagen nur eines Elementes unbrauchbar werden, richtet E. Jacobi-Siesmeyer[22]) die Batterie so ein, daß jedes Element leicht ausgewechselt werden kann. Dies erfordert allerlei Umständlichkeiten, drehbare Kontaktfedern anstatt Lötungen und einen aufklappbaren Deckel.

Neben den üblichen zylindrischen Elektroden werden manchmal auch platte Elektroden verwendet, die zu Batterien einfach aneinander gelegt werden. Um hierbei zu verhindern, daß der durch die Kohleplatte hindurchtretende Elektrolyt die daraufliegende Zinkplatte des benachbarten Elementes zerfrißt, hat man die Kohle mit Paraffin getränkt, was aber den Nachteil hat, daß entweder bei oberflächlicher Paraffinierung der Elektrolyt dennoch hindurchgeht oder bei gründlicher Paraffinierung die Poren verstopft sind und infolgedessen die Depolarisation mangelhaft ist. Deshalb bildet die Elektroindustrie E. G.[23]) die Kohleelektrode aus zwei flach aufeinander zu legenden Platten, von denen die eine mit Paraffin durchtränkt ist. F. Keiner[24]) schaltet eine isolierende Platte ein, welche den Kontakt durch drei vergoldete Buckel oder Platinstiftchen vermittelt.

Auffrischung der Elemente. Die Beutelelektroden entladener Elemente lassen sich wieder brauchbar machen, indem man sie z. B. mehrere Stunden in verdünnte Schwefelsäure legt, dann mit Wasser gut abspült und trocknet. R. Nowotny[25]) erklärt diese Auffrischung dadurch, daß die Säure Krusten von Zinksalz entfernt, welche das Gewebe des Beutels verkleben und die Poren der Elektrode verstopfen. Außerdem löst die Säure Manganosalz heraus, welches infolge der Reduktion des Braunsteins entstanden ist. Der Behandlung mit Schwefelsäure ist zweistundenlanges Kochen mit Salmiaklösung von 10 bis 20% vorzuziehen.

Brennstoffelement. E. Baur und W. D. Treadwell[26]) haben auf Grund ihrer ausgedehnten Versuche, die Verbrennung von Gas für den Betrieb von galvanischen Elementen praktisch zu verwerten, dem Brennstoffelement folgende Form gegeben. In einen mit geschmolzener Soda beschickten Tiegel tauchen als Elektroden zwei Eisenrohre, welche mit porösen Magnesiahüllen umgeben sind. Durch das eine Rohr wird Luft, durch das andere Brenngas, z. B. Generatorgas, eingeblasen und zwar mit solchem Überdruck, daß nur wenig Schmelze

durch die Magnesia einsickert. Um die Elektrodenfläche zu vergrößern, wird das Eisenrohr innerhalb der Magnesiahülle mit Eisendrahtnetz und Eisenfeilicht umgeben. Das Rohr, aus welchem Luft austritt, überzieht sich mit Eisenoxyd, das Brenngasrohr mit Eisenoxydul. Für den Betrieb dieses Elementes ist wesentlich, daß die Elektroden ausgiebig von Gas umspült werden, was verhindert würde, wenn die Schmelze in die Magnesiahüllen einflösse und die Eisenkörper »ertränkte«.

[1]) El. Spezialfabrik für Kleinbeleuchtung, DRP 326318, 319477, 326319; vgl. JB 1919. — [2]) Ch. Féry, DRP 328641, vgl. JB 1918. — [3]) F. Böcker und A. Eichhoff, DRP 322106. — [4]) C. Beyer, DRP 329184. — [5]) Soc. an. Electrique de Thumesnil, DRP 329069. — [6]) W. Keil, DRP 324587. — [7]) G. L. Tarver, DRP 321551. — [8]) E. Wilke, DRP 329073. — [9]) A. Pouchain, DRP 326507. — [10]) Deutsche Gasglühlicht-Akt.-Ges. (Auergesellschaft), DRP 328639. — [11]) Syndicaat Graamans Patent, DRP 323366. — [12]) F. Christ, DRP 329726. — [13]) W. Friedrich, DRP 324586. — [14]) J. J. Pala und R. Scheer, DRP 329126. — [15]) C. Hubert, DRP 329072 und 328640. — [16]) F. Eisner, DRP 328698. — [17]) G. Schodde, DRP 329071. — [18]) W. Fehse, DRP 329725. — [19]) P. Pörscke und E. Zoost, DRP 328948. — [20]) J. S. Hamilton, DRP 323248. — [21]) O. Kern, DRP 320182. — [22]) E. Jacobi-Siesmeyer, DRP 328949. — [23]) Elektroindustrie, E. G., DRP 322043. — [24]) F. Keiner, 329544. — [25]) R. Nowotny, Elchem. Zschr. 17 u. 45. — [26]) Baur u. Treadwell, DRP 325783 u. 325.

Akkumulatoren und ihre Verwendung.

Von Oberingenieur Dr. Hermann Beckmann.

Allgemeines und Theorie. Wesentlich Neues gegenüber den letzten Jahren ist auf dem Gebiete der Akkumulatorentechnik in der Literatur des vergangenen Jahres nicht bekannt geworden. Die Anwendung von großen stationären Batterien wurde im alten Sinne weitergeführt. Neue Anschaffungen in größerem Umfange verboten die namentlich im Anfang bis Mitte des Jahres zu großer Höhe gestiegenen Bleipreise, kosteten doch 100 kg Ende Februar 1920 etwa 1800 M. Immerhin ist ein bedeutender Fortschritt in der Anwendung des Akkumulators für Schienen- und schienenlose Fahrzeuge aller Art zu verzeichnen, da die Erkenntnis sich immer mehr Bahn bricht, daß die Elektrizität, im großen aus Wasserkraft und billigeren Brennstoffen wirtschaftlich günstiger gewonnen, im kleinen verwendet, Ersparnisse bringt gegenüber dem Einzelverbrauch der teuren und knappen Triebstoffe.

F. Ayton[1]) berichtet über eine neue Batterie für Fahrzeuge, erfunden von einem Italiener Horace de Martis. Diese Neuerung ist eine Blei-Schwefelsäurezelle, von der behauptet wird, daß durch Verwendung einer besonderen Paste, die äußerste Härte mit Dichtigkeit und Porosität verbindet, die Bildung der schädlichen Sulfatation verhindert wird. Der Zelle wird nachgesagt, daß sie in sehr kurzer Zeit aufgeladen werden kann, 60% der Kapazität in etwa 20 bis 30 min. Das Carnegie-Institut in Pittsburgh soll nach Angabe von Verkaufsinteressenten in 22 Fällen volle Ladung in 2 h durchgeführt haben, ohne der Zelle zu schaden. Bessere Gewichtsausnutzung, höhere Entladespannung und großer Wirkungsgrad in Wattstunden gegenüber der alten Bleizelle soll vorhanden sein. Die Zahl von 22 Ladungen erscheint indessen für eine Beurteilung des Akkumulators viel zu gering. Man muß allgemein berücksichtigen, daß solche Behauptungen angeblicher Verbesserungen der Akkumulatorenmasse sich eigentlich jedes Jahr einige Male wiederholen, und deshalb sind diese Angaben mit Vorsicht aufzunehmen. — Pradel[2]) berichtet über einige Neuerungen. Um kostbares Hartgummi zu sparen, die Festigkeit der Kastenwände von Akkumulatorengefäßen zu erhöhen und das Gewicht zu verringern, werden die eigentlichen Akkumulatorenbehälter aus dünnem Hartgummi hergestellt und

außen von einem System von Rippen verstärkt, die aus genügend säurefestem Material bestehen, aber an Festigkeit Hartgummi übertreffen, z. B. Bakelit und Pertinax. — Ein neues Verfahren zur Herstellung von Elektroden für Akkumulatoren hat sich E. Noll[3]) patentieren lassen. Es besteht im wesentlichen darin, daß eine Mischung von Bleioxyden mit Kohle oder anderen Reduktionsmitteln, wie Zucker, in die Bleigitter eingebracht und unter Druck in einer Form erhitzt wird. Die Erwärmung unter Druck geschieht vorteilhaft im Bleibade und bei einer Temperatur, bei welcher der Kohlenstoff dem Bleioxyd den Sauerstoff unter Kohlensäurebildung entzieht. Die Abkühlung erfolgt unter Ausschluß von Luft, um eine Oxydation des Bleischlammes zu Bleioxyd zu vermeiden, in einem Wasserbade. Die Platten sollen von ungemein gleichmäßiger, feinporöser Zusammensetzung sein. — Die Dichtigkeitsprüfung von Akkumulatorenbehältern aus nichtleitendem Material ist bei eng zusammengebauten Zellen sehr erschwert. Ein der Accumulatorenfabrik-Akt.-Ges. patentiertes Verfahren will diesem Übelstande abhelfen. Ein Belag aus elektrolytbeständigem Metall wird im Boden oder in den Seitenwänden des Behälters angebracht und mit einer Leitung im Hartgummimaterial nach oben verbunden. Tritt eine Undichtigkeit des Behälters ein, so wird im Augenblick, in dem der Elektrolyt durch die Wandung sickert, eine leitende Verbindung zwischen dem äußeren Belag und dem Inneren der Zelle hergestellt, was sich ohne weiteres durch Spannungs- oder Widerstandsmessung feststellen läßt. — Dem Bleiakkumulator im Fabrikbetriebe und dessen Behandlung widmet Langer[4]) einen längeren Aufsatz. Er hat Beobachtungen an einer Betriebsbatterie angestellt und zieht daraus ohne theoretische Überlegung leichtfertige Schlüsse für die Beurteilung des Akkumulators und macht daraufhin Vorschläge für die Behandlung von Batterien. Auf die Gefahr, die dadurch entsteht, daß eine der eigentlichen Akkumulatorentechnik fernstehende Persönlichkeit auf Grund kurzer Beobachtungen Folgerungen zieht, hat dann in längerer Ausführung der Berichterstatter[5]) hingewiesen und betont, daß es für jeden Batteriebesitzer bisher unbedingt empfehlenswert war, sich möglichst streng an die gegebenen Anweisungen und Vorschriften zu halten, aber Experimente mit der Batterie zu vermeiden.

Schienenfahrzeuge. Die guten Erfahrungen, welche die deutschen Reichseisenbahnen mit Akkumulatoren-Triebwagenzügen gemacht haben, veranlaßten die österreichische Staatsbahn ebenfalls, im großen Plan der Elektrisierung ihrer Bahnen einige Strecken für Akkumulatoren-Triebwagenzüge vorzusehen[6]). Es werden zunächst versuchsweise 3 Züge für den Nahverkehr, insbesondere für Arbeiter- und Schülerbeförderung, in der Umgebung größerer Städte eingestellt[7]). Man verspricht sich dabei eine Ersparnis an Kohle und Betriebsstoff, da die Ladeenergie Wasserkräften entnommen wird. Jeder Triebwagenzug wird aus einem für die Unterbringung der Akkumulatoren umgestellten Güterwagen in der Mitte des Zuges und je 4 Personenwagen bestehen. Die an der Zugspitze und am Zugende laufenden Personenwagen werden durch Einbau von Motoren und Steuereinrichtungen als Triebwagen ausgerüstet. Der Fassungsraum eines jeden Zuges beträgt rd. 300 Personen. Die Batterie hat eine Kapazität von 222 Ah und 520 V Betriebsspannung. Die normale Fahrgeschwindigkeit beträgt 35 km/h und die Höchstgeschwindigkeit 50 km/h. Der Zug ist rd. 50 m lang über die Puffer gemessen. — Die Nachfragen nach Fabriklokomotiven mit Akkumulatorenbetrieb waren im Berichtsjahre zahlreich, da die Ersparnis an Triebmitteln gegenüber Lokomotiven mit Dampf- oder Verbrennungsmotor bis zu 50% beträgt. Über Akkumulatorenlokomotiven neuer Bauart von geringer Bauhöhe für Grubenbetrieb berichtet J. Appleton[8]). — Die Calumet and Hecla Mining Co. hat im Lake Superior District 48 Akkumulatorenlokomotiven in Benutzung, die von 38 Ladestationen bedient werden[9]). — Vergleichsgrundlagen in Gestalt planmäßiger Übersichten über Zahlen und Leistungen der Fahrdraht-, Druckluft-, Benzol- und Akkumulator-Grubenlokomotiven bringt Gunderloch[10]).

Fabrik- und Gepäckkarren. Von immer zunehmender Bedeutung werden die kleinen mit Akkumulatoren betriebenen Fahrzeuge, wie sie in Amerika in Fabriken, Lagerhäusern und Bahnhöfen zuerst benutzt wurden, die »Electric Industrial Trucks«. Diese el. betriebenen Karren und Schlepper erhöhen die Leistungsfähigkeit der Werkstätten und verringern bei den jetzigen hohen Arbeitslöhnen die Betriebskosten. Die Hubkarren können Lasten bis zu 2 t mit Leichtigkeit bewältigen und Geschwindigkeiten von 3 bis 10 km/h erreichen. Als Schlepper befördern sie mit Anhängern bis über 10 t. Als Krankarren sind sie besonders in solchen Werkstätten nützlich, wo schwere Lasten auf die Werkzeugmaschinen gehoben werden müssen[11]). Eine Anzahl solcher Typen aus dem amerikanischen Verkehrswesen beschreibt Eichel[12]). Auch an anderer Stelle wird über die Hubtransportwagen, fahr- und lenkbare Aufzüge berichtet[13]). Daß die AEG in Deutschland die Fabrikation solcher Hilfsmittel aufgenommen hat, wurde schon in den Berichten über 1918 und 1919 erwähnt. »Electric Vehicle«[14]) beschreibt zwei Ausführungen der Automatic Transportation of Buffalo, New York. Neben einer recht ausführlichen Beschreibung der verschiedenen Konstruktionen gibt eine Zusammenstellung der amerikanischen Firmen für den Bau der elektrischen Transportkarren Hänchen[15]). Auch in England haben sich verschiedene Firmen für den Bau solcher Karren spezialisiert[1]).

Elektrische Boote. Einer Form von Akkumulatoren, über die naturgemäß bisher nicht berichtet werden konnte, hat jetzt Techel[16]) in seinem Aufsatze über den Bau von Unterseebooten auf der Germaniawerft ein besonderes Kapitel gewidmet. Nach einem geschichtlichen Überblick über die Entwicklung des U-Boots-Akkumulators vom Watt-Akkumulator bis zu den Großoberflächenzellen kommt der Verfasser dann auf den hauptsächlich während des Weltkrieges von der Deutschen Marine verwandten Gitter-Masse-Akkumulator zu sprechen. An Hand von einigen Skizzen wird der Zusammenbau der Platten in den Hartgummigefäßen erörtert. Die Kapazität der größten verwendeten Gittermassezelle betrug 3stündig 7380 Ah bei einem Gewicht von 747 kg und Abmessungen von 990 mm Höhe, 809 mm Länge, 342 mm Breite. Die Lebensdauer dieser U-Bootszellen beträgt 3 bis 4 Jahre, ist natürlich von der Wartung in hohem Maße abhängig. Versuche, an Stelle von Bleiakkumulatoren solche von Edison und Jungner zu verwenden, haben keine Bedeutung erlangen können. Versuche anderer Marinen führten zu wenig günstigem Erfolg. Bekannt ist der Unfall, den die amerikanische Marine mit einer Edisonbatterie bei dem U-Boot »E 2« hatte, wo bei einer Explosion 4 Mann getötet und 10 schwer verletzt wurden. — Die Gesellschaft für el. Apparate[17]) m. b. H., Gelap, Berlin-Marienfelde, bringt einen neuen el. Außenbordmotor (Gelap) auf den Markt, der von einer in zwei tragbaren Holzkästen untergebrachten Akkumulatorenbatterie gespeist wird. Er bietet, an Stelle des Ruders am Heck eingesetzt, durch seinen geruch- und geräuschlosen Gang, bei Windstille im Segelboot oder bei Ermüdung im Rudern mühelos die Möglichkeit des Heimfahrens. Die Batterie mit der ganzen Einrichtung wiegt nicht mehr als eine Person und reicht mit einer Ladung 5 bis 8 h.

Elektrische Zugbeleuchtung. Veröffentlichungen über den Ausbau der el. Zugbeleuchtung sind kaum vorhanden, aber es ist bekannt, daß die el. Beleuchtung sowohl der Staatsbahnwagen wie auch bei den Privatbahnen Fortschritte gemacht hat. Der Brennstoffbedarf für die Erzeugung der el. Energie und für den Transport der ganzen el. Einrichtung soll[18]) annähernd gleich sein dem Brennstoffbedarf für das Schleppen der Ölgaseinrichtung allein. Bei letzterer kommt dann noch hinzu das Brennstoffquantum für die Gaserzeugung und den Transport des Gases.

Elektromobile. Wie schon eingangs erwähnt, haben die allzu teuren Betriebsstoffe, die große Verteuerung aller Futtermittel und die Erschwerung des Betriebes durch die achtstündige Arbeitszeit großen Einfluß ausgeübt auf die Einführung des el. Fahrzeuges. Namentlich gehen die Kommunen dazu

über, ihre Fahrbetriebe zu elektrisieren. Die bekannten Vorzüge des Elektromobils werden in zahlreichen Literaturstellen hervorgehoben[19]). — Auch Rieppel[20]) tritt für die Verwendung der Elektromobile ein, da sie die Verwertung minderer Brennstoffe in großen Krafthäusern ermöglichen. — Hamader[21]) beschreibt verschiedene Anordnungen der Akkumulatoren, die Art des Antriebes und macht Angaben über Geschwindigkeit, Stromverbrauch und Zusammensetzung der Betriebskosten. — Braun[22]) nennt als Lebensdauer des Elektrofahrzeuges 10 Betriebsjahre, wobei inzwischen lediglich die Batterie abgenutzt und erneuert wird. Unter Voraussetzung gleicher Anschaffungskosten und Berücksichtigung der durchschnittlichen Löhne und Preise für Betriebskosten und Futtermittel nach damaligem Stande betragen nach dem Verfasser die Kosten für 1 gefahrenes Wagenkilometer bei Betrieb mit 2-Pferdefuhrwerken 7,25 M, bei einem Benzinlastwagen für 2½ t 6 M und bei einem Elektrolastwagen für 2½ t 4,70 M. — Nach F. Ayton[1]) geben die englischen technischen Zeitungen jetzt die Überlegenheit des el. Betriebes für den Lieferungs- und anderen Dienst im Orts- und Vorortsverkehr unumwunden zu; es fehle aber an Ladegelegenheit. Neuerdings hat die Elektrizitätskommission in England ihre Mitwirkung bei Beschaffung von Mitteln zur Errichtung von Ladestationen zugesagt, nicht nur für Gemeinden, sondern auch für Außenstehende. Bei vernünftiger Pflege und Unterhaltung sei jedes der beiden Systeme, der Bleiakkumulator und der Eisen-Nickel-Akkumulator, gleich zufriedenstellend. In hügeligem Gelände erhält man bessere Resultate in der Durchschnittsgeschwindigkeit mit dem Bleiakkumulator auf Grund seines geringen inneren Widerstandes. — Neben den bereits im Betriebe befindlichen el. Sprengwagen und el. Straßenwaschmaschinen für Asphaltpflaster, von denen 60 Stück laufen, sind von der Berliner Stadtverwaltung 40 elektromobile Straßenkehrmaschinen in Auftrag gegeben worden. Sie sollen auf Steinpflaster mit el. Sprengwagen zusammenarbeiten[23]). In Mailand sind 60 el. Kraftwagen für den Postdienst in Betrieb gestellt worden, denen andere in weiteren Städten folgen werden[24]). Namentlich in England macht die Einführung des el. Betriebes bei den Fuhrparks der Stadt große Fortschritte, da die Elektrizitätswerke meist in städtischem Besitz sind und Elektromobile gute Stromabnehmer zu günstigen Zeiten darstellen. Birmingham hat 25 el. Wagen für Müllabfuhr bestellt, zu Führern werden die früheren Müllkutscher ausgebildet. Grimsby kauft 6 Elektromobile für Müllentfernung, ebenso Bristol. Als Grund wird wieder die teure Pferdehaltung und die verkürzte Arbeitszeit der Kutscher angegeben. Plymouth schafft drei el. Müllwagen, einen Feger und 3 Kippwagen an. Der schienenlose, teils mit Akkumulatoren, teils mit Oberleitung zu fahrende Müllwagen in Bradford, über den schon im Vorjahre berichtet wurde, hat sich namentlich da bewährt, wo die Straße keine Oberleitung führt[25]). Auch an anderen Stellen wird über die Erfolge der el. Akkumulatorenfahrzeuge im englischen Stadtbetriebe ausführlich berichtet[26]). — Auf dem Gebiete der Konstruktion des Elektromobils gibt es mehrere Streitfragen. Ayton[1]) tritt für Antrieb mit Rollenketten ein anstatt der Differentialachsen mit Schnecken- oder Kegelrädern. In Amerika werden hauptsächlich Einmotorwagen bevorzugt, während man in Deutschland meist Zweimotorelektromobile baut. Ohne Zweifel hat das Zweimotorsystem den Vorzug des Wegfalls des Differentials, das dem Verschleiß sehr unterliegt. Ein weiterer Vorteil dieses Systems liegt in der Möglichkeit, die beiden Motoren parallel und hintereinander zu schalten, um größere Sparsamkeit an Strom zu erzielen[1]). Für das Einmotorsystem tritt Rödiger[27]) ein, weil zur gleichmäßigen Stromentnahme bei mehreren Motoren eine Abstimmung nötig ist, die große Schwierigkeiten bereitet, und der eine Motor sich sehr bequem am Rahmengestell abfedern läßt. Eng mit dieser Frage hängt die Verwendung des Differentials zusammen, da es bei Mehrmotorwagen ohne weiteres wegfällt. Bei Einmotorwagen ist es nach Conradi[28]) auf Grund eingehender Versuche unbedingt nötig, da ohne Differential der Stromverbrauch sowohl bei Leer- als bei Lastfahrten viel höher ist, wobei die Mehrarbeit auf Kosten der Reifen-

abnutzung geht. Ähnlichen Überlegungen scheinen zwei amerikanische Neukonstruktionen zu entspringen, wie eine schon im Vorjahre hier beschrieben wurde, die beiden Wagen von Dey und Steinmetz. Während bei ersterem der Motor mit Getriebe im Hinterradgehäuse eingelagert ist, sind beim Steinmetz-Wagen Motor und Reduktorgetriebe rechtwinklig zur Hinterachse angebracht, aber direkt am Gehäuse befestigt[1]). An diesem Steinmetz-Wagen, der von der Gen. El. Co. herausgebracht wurde, ist auch eine neue bemerkenswerte Schaltung verwendet. Es ist hier zum Motorfeld parallel eine Batteriezelle geschaltet, deren Spannung dem Spannungsabfall des mittleren Stromes der Feldwicklung bei normaler Beanspruchung ausgleicht, so daß die Zelle stromlos ist. Steigt der Belastungsstrom, so steigt der Spannungsabfall, und die Zelle wird geladen. Bei schwacher Belastung des Wagens sinkt der Spannungsabfall, und die Zelle entleert sich auf das Feld. Es wird somit die Feldstromstärke unabhängig von der Belastung in gewissen Grenzen gehalten. Bei Gefällefahrten wirkt der Motor als Stromerzeuger und bremst unter Aufladung der Batterie. Als Hauptvorteile gibt die Erbauerin an: Die Geschwindigkeit wird auch bei Schwerlast und großer Steigung aufrecht erhalten, starke Beschleunigung, die erreichbare Höchstgeschwindigkeit ist beschränkt, die mechanische Bremse braucht nur als Haltebremse zu dienen, geringer Energieverlust in der Feldwicklung[29]). — Die Normungsbestrebungen im Elektromobil haben weitere Fortschritte gemacht. Es berichten darüber Lübeck[30]) und Wintermeyer[31]). — Auch der von den Hansa-Lloyd-Werken nach dem Kriege herausgebrachte Elektroschlepper dient der Vereinheitlichung. Er ist ganz kurz und wendig gebaut, die beiden Vorderräder werden durch Rollenketten und Differential von einem Motor angetrieben. Der Wagen mit allen Teilen des Antriebes und der Steuerung versehen, kann mit beliebigen Formen von Hinterwagen für verschiedene Zwecke verbunden werden[22]). Die von der Deutschen Heeresverwaltung bearbeitete gemeinschaftliche Vereinheitlichung des Benzin- und Elektrowagens wird des näheren beschrieben[32]). Auch Rödiger behandelt die Frage der Umwandlung des Benzinbetriebes bei Lastwagen in el. Betrieb[33]).

Anlassen, Beleuchten und Zünden im Kraftwagen. Nicht nur bei Personenwagen, sondern neuerdings auch bei schweren Lastwagen werden die el. Anlaß- und Beleuchtungsvorrichtungen mit Erfolg angewandt, weil damit nicht nur Zeit gewonnen und Brennstoff gespart wird, sondern vor allem weil das Anlassen so außerordentlich bequem ist. In England sind schon einige hundert Lastwagen, wie auch Omnibusse und Feuerwehrfahrzeuge, mit el. Anlassern ausgerüstet[34]). Die Olympia-Ausstellung im November hat verschiedentlich Gelegenheit gegeben zur Beschreibung und Darstellung der dort ausgestellten Anlasser, Maschinen und Ausrüstungen[35]). Über einen besonders praktischen Einbau von Anlaßmotor und Dynamo wird berichtet[36]). — H. F. Foster[37]) in Epsom hat eine neue Beleuchtungseinrichtung hergestellt, bei der die Regulierung durch Verschiebung des Bürstenhalters geschieht. Hauptvorteil dieser Einrichtung ist große Regulierbarkeit der Leistung bei verschiedenen Touren. Die Verschiebung der Bürsten steht automatisch in Verbindung mit der Drosselklappe. — Die Firma Blériot[38]) baut für die Kraftwagenbeleuchtung eine Bikompounddynamo, deren Eigentümlichkeit in einem Zusammenwirken zweier voneinander unabhängiger Spannungseinrichtungen besteht. Neben einer Gegenverbundwicklung wird noch ein nach dem Prinzip von Tirrill gebauter Vibrator benutzt. Zum Anlassen des Fahrzeuges ist ein besonderer Motor vorhanden. Dem Übelstand, daß während des Betriebes des Verbrennungsmotors bei einer unbeabsichtigten Einschaltung durch Herunterdrücken des Schaltknopfes der Anlaßmotor eingerückt wird, wodurch zum mindesten das Ritzel, wenn nicht der ganze Anlaßmotor zertrümmert werden kann, soll durch zwei Neuerungen der Bosch-Aktiengesellschaft abgeholfen werden. Pradel[39]) beschreibt ausführlich diese patentierten Neuerungen. — Wie Löw[40]) ausführt, läßt die Rücksicht des Konstrukteurs für den Einbau von Anlassern noch viel zu wünschen übrig. Bei dem Einmaschinensystem kann man einen harmonischen Einbau viel besser

erzielen als bei getrennten Maschinen. Die beste Lösung wird wohl das el. Wechselgetriebe bringen. Als Vorläufer dieses Getriebes können die Ausführungen der benzin-el. Fahrzeuge von W. A. Th. Müller, die Lohner-Porsche-Wagen der Österreichischen Daimler-Gesellschaft und die benzol-el. Triebwagen der Preußischen Staatsbahn angesehen werden. Bei diesen schweren Fahrzeugen führten allerdings die von dem Brennstoffmotor getriebenen Dynamos den getrennten Elektromotoren den Strom zu, während bei dem neuen amerikanischen Wagen mit dem el. Wechselgetriebe nur eine Maschine vorhanden ist. Sie hat 2 konzentrische Rotoren, von denen der eine (Anker) über ein Kardangelenk die Hinterräder antreibt, während der zweite (Feldmagnete) mit dem Schwungrad verbunden ist. Durch verschiedene Schaltungen können zahlreiche Vorgänge eingeleitet werden. Die Eigenschaft des Elektromotors paßt die Zugkräfte selbsttätig den Steigungen an, während in der Ebene eine fast vollkommene Kuppelung der beiden Rotoren eintritt. Läßt man eine geringe Differenz in der Drehung der beiden Rotoren zu, so kann man einen solchen Überschuß an el. Energie erzeugen, daß er die Beleuchtung des Wagens versorgt. Die Schnelligkeitsregelung geschieht also hier lediglich durch die Drosselklappe, und die Zahnradschaltstufen der heutigen Wagen können wegbleiben. Über technische Einzelheiten eines Wagens ähnlicher Konstruktion mit »1000 Geschwindigkeiten« berichtet die Motor-Welt[41]). Dieselbe Zeitschrift bringt eine Anleitung zur Behandlung und Pflege der Beleuchtungs- und Anlaßeinrichtungen an Kraftwagen. — Je größer und umfangreicher die Beleuchtungs- und Anlaßeinrichtungen im Kraftwagen werden, desto mehr tritt die Magnetzündung gegenüber der Batteriezündung zurück[42]). Wo natürlich kein Anlasser vorhanden ist, muß der Magnet die Zündung übernehmen. Praetorius[43]) berichtet über eine neue Zündspule, welche den Stromverbrauch in sehr einfacher und praktischer Weise verringert. Auch die Ergebnisse des Indianopolis-Rennens sollen die Vorzüge der Batteriezündung bestätigt haben. Allerdings standen fast nur französische Magnetapparate in Konkurrenz, die denen deutschen Ursprungs weit unterlegen sind[44]).

Kleinakkumulatoren. Neuerungen auf diesem Gebiete sind in dem Berichtsjahre kaum zu verzeichnen. Eine Notiz der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure[45]) kommt auf das Preisausschreiben des Vereins für die bergbaulichen Interessen im Oberbergamtsbezirk Dortmund vom Jahre 1912 zurück. Von den 52 Bewerbungen erfüllten auch die als im Betriebe brauchbar gefundenen Grubenlampen nur die Hälfte der Bedingungen, da die Wetteranzeiger auch an diesen Lampen nicht genügten. Wenn auch noch keine ganz brauchbaren Wetteranzeiger gefunden sind, so sind doch in der Anwendung der Lampen große Fortschritte gemacht worden. Als beste Mannschaftslampen haben sich die von Friemann & Wolf in Zwickau mit Nickel-Kadmium-Akkumulator und die mit Bleiakkumulator der Varta erwiesen, da sie die längste Lebensdauer zeigten. — H. Müller[46]) widmet den Fortschritten der Akkumulatorgrubenlampen ein Kapitel, namentlich den Lampen mit Eisen-Nickel-Akkumulatoren. Das Gewicht der betriebsfertigen Lampe beträgt 2,6 kg gegenüber der mit Bleiakkumulator von 3 kg. Die Brenndauer wird zu 10 bis 16 h bei einer Lichtstärke von 1,4 HK angegeben, die Entladezahl zu 2000. Erwähnt werden die festen Elektrolyte der Ceag und von Friemann & Wolf. Die schlagwettersichere Anordnung der Ceag-Glühlampe wird besonders hervorgehoben. — In »The El. Review«[47]) wird eine neue amerikanische Grubenlampenkonstruktion »Oldham« beschrieben, die 10 Jahre lang erprobt wurde und sich sehr gut bewährt haben soll. — Um die Schwachstromentnahme aus Starkstromnetzen (Gleichstrom) bequem zu ermöglichen, wurde von der Firma Pervesler & Co. in Wien ein neuartiger Akkumulator in Verbindung mit Schaltsicherungen gegen Übertreten der höheren Spannungen in den Schwachstromkreis gebaut[48]). Diese neue Zelle soll eine dauernde Überwachung entbehren können. Die Elektroden sind Masseplatten mit sehr geringer Selbstentladung und nicht wie gewöhnlich senkrecht neben-, sondern horizontal übereinander angeordnet. Man schaltet die Kobra-Batterie

derart hintereinander mit einer Glühlampe von 16 bis 25 HK, daß die Zelle aufgeladen wird, wenn man die Glühlampe einschaltet. Die Schwachstromspannung nimmt man an den Polen des Akkumulators ab. Es können, um eine höhere Schwachstromspannung zu erhalten, mehrere Zellen hintereinander, oder um eine höhere Stromstärke zu entnehmen, parallel geschaltet werden. — Eine Selbstladevorrichtung für zwei Sammlerbatterien gleicher Zellenzahl, wie sie im Eisenbahn-, Post- und Telegraphenbetrieb häufig vorkommen, baut die Elektrizitäts-A.-G. Hydrawerk[49]). — J. Duckett[50]) bespricht eine Ladeschalttafel zum Aufladen el. Handlampen aus einem Netz von 250 V.

[1]) F. Ayton, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 9, 15.— [2]) Pradel, El. Anz. S 301, 315. — [3]) Noll, DRP 315592. — [4]) Alfons Langer, Chemikerztg. S 749. — [5]) H. Beckmann, Chemikerztg. 1921, S 171. — [6]) El. Masch.-Bau S 35. — [7]) ETZ S 278. — [8]) J. Appleton, Coal Age, Bd 17, S 935. — Techn. Zschr. Schau, H 26/27, No. 7908. — [9]) R. H. Bacon, El. World, Bd 75, S 831. — [10]) Gunderloch, Glückauf, S 551, Techn. Zschr. Schau, H 34, S 8925. — [11]) ETZ S 142. — [12]) Eugen Eichel, El. Kraftbetr. S 282. — [13]) Z. Ver. D. Ing. S 966. — [14]) El. Vehicle, Dez. 1920, S 18. — [15]) Rich. Hänchen, Betrieb S 390. — [16]) H. Techel, Z. Ver. D. Ing. S 742. — [17]) Ges. f. el. Apparate, Yacht 1921, S 140/141. — [18]) El. Masch.-Bau S 303. — [19]) Verkehrstechnik S 410. — [20]) Paul Rieppel, Z. Ver. D. Ing. S 1051. — [21]) O. Hamader, Fördertechnik und Frachtverkehr S 79, Techn. Zschr.-Schau H 22, No 7440. — [22]) H. Braun, Der Hanseat No 36. — [23]) ETZ S 818. — [24]) El. Kraftbetr. S 305. — [25]) El. Kraftbetr. S 304. — [26]) Automobil-Rdsch., S 155, 214. — [27]) W. Rödiger, Allg. Aut.-Ztg. H 44, S 28. — [28]) C. G. Conradi, Automobilwelt-Flugw. H 52, S 10. — [29]) El. Masch.-Bau S 531. — Automobilwelt-Flugw. No 34, S 2. — [30]) H. Lübeck, Teknisk Tidskrift S 110, 113. — Techn. Zschr.-Schau H 35/36, No 9050. — [31]) Wintermeyer, El. Anz. S 213 ff. — [32]) Automobilwelt-Flugw. No 21, S 16. — [33]) W. Rödiger, Autotechnik No 25, S 13. — [34]) Aut. Rdsch. S 228. — [35]) Auto Car, 23. 10. 1920. — The Engineer Bd 129, S 366, 403. — Techn. Zschr.-Schau H 20/21, No 7228. — [36]) Automobilwelt-Flugw. H 23, S 10. — [37]) El. Rev. (Ldn) Bd 86, S 810. — [38]) ETZ S 1039. — [39]) Pradel, El. Anz. S 752. — [40]) v. Löw, Allg. Automobil-Ztg. H 47, S 21. — [41]) Motorwelt, S 155. — [42]) Motorwelt, S 55. — [43]) Praetorius, Motorwagen, S 613. — [44]) Allg. Automobil-Ztg. H 31, S 20. — [45]) Z. Ver. D. Ing. S 775. — [46]) Heinrich Müller, Helios, Fachz. S 180. — [47]) El. Rev. (Ldn.) Bd. 87, S 20. — [48]) Helios Exportz. S 3588. — [49]) El. A.-G. Hydrawerk, Helios Exportz. S 2103. — [50]) G. J. Duckett, El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 773.

IX. Anwendungen der Elektrochemie.

Galvanotechnik: Galvanoplastik, Galvanostegie und elektrolytische Analyse. Von Dr.-Ing. Max Schlötter, Berlin. — Elektrometallurgie. Von Direktor Prof. Viktor Engelhardt, Charlottenburg. — Herstellung chemischer Verbindungen und deren Verwendung. Von Prof. Dr. K. Arndt, Charlottenburg.

Galvanotechnik: Galvanoplastik und Galvanostegie.

Von Dr.-Ing. Max Schlötter, Berlin.

Galvanoplastik.

Nach Wilhelm Pip[1]), Darmstadt, erhält man metallisches Eisen direkt aus den Erzen unter Verwendung unlöslicher Anoden und einer Ferrosalzlösung. Der Elektrolyt regeneriert sich dauernd selbst und behält seine ursprüngliche Konzentration bei. Das Hüttenwerk Niederschöneweide, A.-G.[2]), verwendet zum Zwecke der Wiederherstellung des Elektrolyten mit Kupferoxydul angereicherte Anoden, welche an den Elektrolyt eine größere Menge Kupfer abgeben, als der aufgewendeten Strommenge entspricht. Die Bildung von schlechtleitenden Anodenüberzügen, die bei der elektrolytischen Raffination

von Metallegierungen mit hohem Gehalt an Fremdmetallen häufig beobachtet werden, will die Siemens & Halske-A.-G. in Siemenstadt[3]) durch Zusatz gewisser »auflockernder« Zusätze zum Bade, welche die Fremdmetalle vorübergehend in Lösung bringen, vermeiden.

Galvanostegie.

Allgemeines. O. P. Watts und N. D. Whipple[4]) betrachten die Korrosion der Metalle vom elektrochemischen Standpunkt aus und beleuchten in diesem Zusammenhang den Zyanidprozeß bei der Gold- und Silbergewinnung. H. C. Bernard[5]) berichtet über Störungen, welche in Nickel- und zyankalischen Kupferbädern sowie in Messing- und Silberlösungen auftreten und gibt Ratschläge, wie derartige Fehler entdeckt und vermieden werden können. — Tabellen, welche die zur Erzielung von verschieden starken Metallniederschlägen erforderlichen Zeiten in übersichtlicher Form enthalten, hat W. G. Knox[6]) ausgearbeitet, und zwar für Zink, für Kupfer aus Zyanidlösungen, für Kupfersulfatlösungen und für Blei, wobei der Verfasser Betrachtungen über den Wert von Blei- und Bleiantimonüberzügen auf Eisen und Stahl anstellt und an Hand von Versuchsmaterial zeigt, daß derartige Niederschläge Zinküberzügen von gleicher Dicke an Rostschutzwirkung nachstehen. — Versuche über die elektrolytische Abscheidung von Edelmetallen aus zyankalischen Lösungen veröffentlicht Douglas Lay[7]). W. E. Hughes[8]) spricht über Fehler im Elektrolyteisen und erläutert ihre Ursachen. Angaben über den Einfluß der Glühtemperatur und Glühdauer auf die durch die Anwesenheit von Wasserstoff bedingte Härte und Gefügeausbildung von Elektrolyteisen macht M. J. Cournot[9]). Die Verwendung von Elektrolyteisen für Teile von el. Maschinen, für Unterrichtszwecke und Rohrfabrikation bespricht W. E. Hughes[10]).

Beizen und Färben. Ein Patent auf die kathodische Dekapierung von Eisen und Stahl hat Pascal Marino (London)[11]) genommen. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß der Elektrolyt aus einer wässerigen Lösung von Phosphorsäure oder einer Phosphorsäureverbindung, gemischt mit Phosphorsäure, besteht. Als Anoden werden Platten aus kohlehaltigem Stoff oder Blei empfohlen. M. L. Revillon[12]) berichtet über ein neues Verfahren des Beizens und der galvanischen Oxydation von Metallen, das während des Krieges von Sestini und Rondelli ausgearbeitet wurde. Es kommen dabei alkalische Eisen- oder Kupferbäder zur Verwendung, welche einen blanken, sehr leicht oxydierbaren Kathodenniederschlag liefern. Das Verfahren soll zum Brünieren von Waffen verwendet worden sein. Karl Eyrainer[13]) unterzieht dieses Verfahren einer kritischen Betrachtung und weist an Hand der Literatur nach, daß die Herstellung von Lösungen der Eisen- bzw. Kupfersäure keineswegs als neu bezeichnet werden kann. Der Chemismus der Bildung der genannten Verbindungen wird erläutert. — Zum Brünieren von Aluminium, das gegen den Angriff von Leitungs- und Seewasser geschützt werden soll, verwendet L. v. Grotthus[14]) die etwa 50 bis 60 Grad warme Lösung einer Sulfoverbindung des Molybdäns und erzielt auf den als Kathode geschalteten Gegenständen einen tiefdunkelblauen bis schwarzen, festhaftenden Überzug. Das Verfahren ist dem Genannten zusammen mit der Hirsch Kupfer- und Messingwerke, A.-G.[15]), geschützt.

Bäder und Niederschläge. W. A. Mac Fadyen[16]) gibt einen Überblick über die elektrolytische Abscheidung des Eisens. Seine Versuche erstrecken sich auf Ammoniumferrosulfatlösungen verschiedener Konzentration, Azidität und Temperatur. Aus konzentrierter, etwa 60° warmer Lösung wird weiches, jedoch zähes Eisen erhalten. Die Ursache spröder und poriger Eisenniederschläge erblickt Max Schlötter[17]) in der teilweisen Oxydation des Elektrolyten und erzielt brauchbares Elektrolyt-Weicheisen durch Zusatz von geeigneten Reduktionsmitteln, wie Hydrazin, Hydroxylamin usw. zum Eisenbad. — Eine größere Artikelfolge über Elektrolyteisen bringt Jean Escard[18]). Es werden die Verfahren von Franz Fischer und Langbein-Pfanhauser sowie das der Societé »Le Fer« in Grenoble und schließlich das von Burgeß besprochen.

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften sind ebenfalls behandelt. Erwähnt wird, daß die Firma Bouchayer & Viallet Elektrolyteisenröhren von 4 bis 5 m Länge und 10 bis 12 cm Durchm. mit einer Wandstärke von 0,1 bis 0,6 mm erzeugt. Auch die Herstellung von Elektrolyteisendynamoblechen und deren Vorzüge vor den gewöhnlichen wird besprochen. Mac Fadyen[19]) berichtet über ein Elektrolyteisen-Verfahren, welches vom Electrometallurgical Committee des Englischen Munitionsministeriums ausgearbeitet und während des Krieges bei der Reparatur von Flugzeugmotoren angewandt wurde. Der Prozeß dient zum Verstärken abgenutzter Maschinenteile. Als Elektrolyt wird eine heißgesättigte schwachsaure Lösung von Eisenammoniaksulfat verwendet, woraus bei einer Stromstärke von ca. 250 A/m^2 feste und härtbare Niederschläge erzielt werden. Die Vernicklung von Aluminium, eines der schwierigsten galvanostegischen Probleme, gelingt nach James W. Hanlon[20]) innerhalb 5 bis 10 Minuten in einem Nickelbad, dessen Zusammensetzung nicht angegeben wird, bei einer Spannung von 2 bis 3 V, wobei die zu vernickelnden Aluminiumgegenstände 20 bis 30 Umdrehungen in 1 Minute machen müssen. Besonderer Wert wird, wie in allen Fällen, wo Aluminium plattiert werden soll, auf die Vorbehandlung der Gegenstände gelegt. Frank J. Hanlon[21]) empfiehlt für die Vernicklung von Messing mit geringem Aluminium- und Zinngehalt eine borsaure Nickelmagnesiumsulfatlösung, in welcher die Gegenstände unter mechanischer Bewegung mit einer Spannung von 2,5 V plattiert werden. Nach Leon Duillet und Maxime Gasnier[22]) kann man Aluminium auf galvanischem Wege mit einer festhaftenden Nickelschicht überziehen, wenn man es nach Behandlung mittels eines Sandstrahlgebläses zuerst schwach vernickelt, den so erhaltenen Niederschlag mit Kupfer verstärkt und daraufhin nochmals 0,005 mm stark vernickelt. Das auf diese Weise plattierte Aluminum ist widerstandsfähig gegen Wetter und Salzwasser und kann mit gewöhnlichem Lot gelötet werden. — Das häufig beobachtete Rosten vernickelter Gegenstände will die Firma Emil Kronenberg[23]) in Solingen dadurch vermeiden, daß sie die Gegenstände vor dem Vernickeln mit ca. 200⁰ heißem Öl, welches die Feuchtigkeit aus den Poren treiben soll, behandelt und die fertigvernickelten Gegenstände im Trockenofen bei 200⁰ trocknet. — Eine Zusammenstellung der Neuerungen auf dem Gebiete der Elektrochemie des Bleies gibt Franz Peters[24]). Er macht Angaben über verschiedene Elektrolyte sowie Badzusätze. — Zur Erhöhung des Haftvermögens galvanischer Bleiniederschläge wird von Montag & Laube[25]), Hannover-Linden, das zu plattierende Metall zuerst nach dem Sud- oder Kontaktverfahren mit einem sehr feinkörnigen und festhaftenden Bleiüberzug versehen, der sodann in einem der üblichen Bleibäder elektrolytisch beliebig verstärkt wird. — Von der Erzeugung einer hauchdünnen, durch Sud-, Kontakt- oder äußere Stromzufuhr erzielten Zwischenschicht zwecks besserer Bindung des eigentlichen Metallüberzuges macht auch die Berlin-Burger Eisenwerks-A.-G.[26]) Gebrauch. — Eine Zusammenstellung der technisch durchgeführten Verbleiungsverfahren für Eisen veröffentlicht Charles Baskerville[27]). Einige Angaben über die elektrolytische Entzinnung von Weißblech macht Louis Hachspill[28]). Max Schlötter[29]), Berlin-Wilmersdorf, erreicht das Glänzen und Verdichten elektrolytischer Metallniederschläge durch einen Glättprozeß, durch welchen den elektrolytischen Niederschlägen wertvolle Eigenschaften, wie sie die auf heißem Wege hergestellten Metallniederschläge aufweisen, verliehen werden. — Zur elektrolytischen Entzinnung verwendet Paul Rocksch[30]), Stralau, eine 3proz. Aluminiumchloridlösung, worin die zu entzinnenden Materialien anodisch behandelt werden. — T. A. Eklund[31]), Stockholm, gewinnt das Zinn auf elektrolytischem Wege dadurch, daß er zuerst Zinnabfälle, wie Schwamm usw., durch Säure bei Gegenwart eines Oxydationsmittels löst, wobei Zinntetrachlorid entsteht. Die erhaltene Lösung wird sodann zum Abbeizen von verzinntem Material verwendet, worauf man die resultierende Flüssigkeit, welche nunmehr das Zinn in zweiwertiger Form enthält, der Elektrolyse unterwirft. An der Kathode wird kristallinisches Zinn abgeschieden. — Eine Zusammenstel-

lung der Neuerungen in der Elektrometallurgie des Zinks veröffentlicht Franz Peters[32]). — Nach Urlyn Klifton Tainton, Manchester, und John Norman Pring, Sandbach (England)[33]), werden glatte und glänzende Zinkniederschläge aus starksauren Lösungen unter Zusatz von Tragant durch Arbeiten mit hoher Stromdichte erhalten. Silber- und Kadmiumlegierungen hat Charles H. Proctor[34]) durch Elektrolyse von komplexen Silberkadmiumzyanidlösungen erhalten. Einen historischen Überblick über die Entwicklung der elektrolytischen Silberabscheidung gibt R. E. Leader, Sheffield[35]).

[1]) Wilhelm Pip, DRP 316596. — [2]) Hüttenwerk Niederschöneweide, DRP 316048. — [3]) S & H, DRP 317146. — [4]) O. P. Watts u. N. D. Whipple, Journ. Frankl. Inst. Bd 185, S 387. — [5]) H. C. Bernard, Metal Industry Bd 18, S 225. — [6]) W. G. Knox, Metall Ind.: Zn Bd 17, S 273; Cu (Cy) Bd 18, S 14, 168, 264, 361, 556. — Cu (SO^4) Bd 18, S 168. — Pb Bd 18, S 264. — [7]) Douglas Lay, Engin. Mining Journ. Bd 110, S 58. — [8]) W. E. Hughes, Iron and Steel Inst. 51. Jahr.-Vers. — [9]) M. J. Cournot, Génie Civ. Bd 76, S 115. — [10]) W. E. Hughes, Engineer Bd 131/2, S 350. — [11]) P. Marino, DRP 323066. — [12]) M. L. Revillon, Rev. Metallurgie Bd 16, S 257. — [13]) Eyrainer, Metall S 145. — [14]) L. v. Grotthus, Metall und Erz Bd 17, S 39. — [15]) L. v. Grothus und Hirsch, Kupfer- und Messingwerke, DRP 324619. — [16]) W. A. Mac Fadyen, Trans. Faraday Soc. Bd 15, 3. Teil, S 98. — [17]) M. Schlötter, DRP 308543. — [18]) Jean Escard, Le Génie Civil Bd 75, S 165. — El. Rev. Bd 86, S 490. — [19]) W. A. Mac Fadyen, El. Rev. Bd 86, S 105. — [20]) J. W. Hanlon, Met. Ind. Bd 18, S 226. — [21]) F. J. Hanlon, Met. Ind. Bd 18, S 229. — [22]) L. Duillet u. M. Gasnier, C. R. Bd 170, S 253. — [23]) Kronenberg, DRP 316053. — [24]) F. Peters, Glückauf Bd 55, S 796. — [25]) Montag u. Laube, DRP 310176. — [26]) Berlin-Burger Eisenwerke, DRP 315712. — [27]) Ch. Baskerville, Journ. Ind. Eng. Chem. Bd 12, S 152. — [28]) L. Hackspill, Chem. et Ind. Bd 2, S 1161. — [29]) M. Schlötter, DRP 315713. — [30]) P. Rocksch, DRP 326048. — [31]) T. A. Eklund, DRP 316111. — [32]) F. Peters, Glückauf Bd 58, S 61, 91, 107. — [33]) U. K. Tainton u. J. N. Pring, DRP 326986. — [34]) Ch. H. Proctor, Met. Ind. Bd 18, S 13. — [35]) R. E. Leader, Met. Ind. Bd 18, S 26.

Elektrometallurgie.

Von Direktor Professor Victor Engelhardt.

Allgemeines.

Elektrische Öfen. Wie bereits im Berichte des letzten Jahres angedeutet wurde, nahm die Zahl der Elektroöfen in allen kriegführenden Ländern während des Krieges bedeutend zu. Hierüber liegen nunmehr auch aus den Vereinigten Staaten von Amerika und aus England ausführlichere Angaben vor. Nach der von einem ungenannten Verfasser gegebenen Übersicht[1]) besaß Amerika anfangs 1920 ca. 35% aller auf der Erde vorhandenen Öfen, d. h. 491, wovon ¾ Elektrostahlöfen, insbesondere Lichtbogenöfen der Héroultype, waren. Der Anteil des Elektrostahles an der gesamten amerikanischen Stahlerzeugung betrug 1909: 0,58% und war Ende 1919 auf 1,74% gestiegen.

Zur direkten el. Verhüttung von Eisenerzen besaßen bei Kriegsbeginn die Vereinigten Staaten westlich des Mississippi nur ein einziges Werk in Californien. Bei Kriegsende waren acht weitere Anlagen, teils in Californien, teils in Washington, Iowa und Colorado, in Betrieb und drei weitere im Bau. Über die Öfen, teils Dreiphasen-, teils Einphasenöfen, werden kurze Angaben gebracht[2]). Gearbeitet wurde zum Teil direkt auf Ferrolegierungen, deren Herstellung bis Kriegsausbruch in Amerika ebenfalls fast gar nicht ausgeführt wurde. Nach dieser Richtung gibt Keeney einige weitere orientierende Mitteilungen, über welche B. Neumann[3]) berichtet. Es handelt sich hierbei um die Darstellung von Ferrochrom, Ferromangan, Ferromolybdän, Ferrowolfram und Ferrovanadin, sowie um anschließende Versuche zur Erzeugung von Ferro-

uran, metallischem Uran und Uranstahl. — Während nach Campbell[4]) im Jahre 1914 der gesamte el. Ofenbetrieb Großbritanniens (einschl. Aluminiumerzeugung) kaum 4500 kW verbrauchte, waren am Tage des Waffenstillstandes allein 100000 kW für Stahlerzeugung und 13000 kW für Reduktion von Chrom- und Wolframerzen tätig. Daneben wurden weitere Verwendungsmöglichkeiten der el. Energie aufgegriffen, wie, nebenbei bemerkt, z. B. die elektrolytische Chlorerzeugung, welche die älteren chemischen Verfahren für den gleichen Zweck verdrängte, die elektrothermische Erzeugung von Phosphor und die Fabrikation von Ofenelektroden, die man 1914 in England selbst noch nicht herstellte. Eine günstige Entwicklung verspricht sich der genannte Verfasser vom el. Verschmelzen komplexer Zinkerze. Auf einige kritische Bemerkungen zu einer früheren Arbeit ähnlichen Inhaltes über die Verbreitung des Elektroofens in Großbritannien sei nur kurz hingewiesen[5]). — In einem Vortrage im Verein deutscher Gießereifachleute bespricht Kothny[6]) die Bedeutung des Elektrostahlofens für die drei Gießereigruppen folgendermaßen:

In Stahlgießereien tritt der Elektroofen mit dem Martinofen, dem Kleinkonverter und dem Tiegelofen erfolgreich in Wettbewerb. In Graugießereien dient er zweckmäßig zur Nachbehandlung des für Qualitäts- und Sonderzwecke dienenden und im Kupolofen vorgeschmolzenen Gußeisens. In der Tempergießerei kann ohne Verwendung von Sonderroheisen ein Qualitätstemperguß erzeugt werden. — Vergleichende Tabellen geben die Selbstkosten für Stahlguß, erzeugt im Martinofen und im Elektroofen für die Friedenszeit und die Jetztzeit. — Durch eine Reihe von Messungen an einem Zweiphasen-Induktionsofen zum Schmelzen von Ferromangan, den die Gesellschaft für Elektrostahlanlagen für das Peiner Walzwerk lieferte, untersuchte Hartig[7]) den Zusammenhang zwischen Stromverbrauch und Schichtleistung. Die Beziehung zwischen beiden Größen kann nach Hartig für bestimmte Verhältnisse mit einer für die Praxis genügenden Genauigkeit durch eine gerade Linie dargestellt werden, die bei einer gegebenen Schichtleistung eine Kontrolle auf einen übermäßigen Stromverbrauch erlaubt. — Bei den starken Wechselströmen, wie sie für den Betrieb der Elektrostahlöfen in Frage kommen, ist, wie Gibson[8]) an der Hand einiger Beispiele nachweist, die richtige gegenseitige Anordnung der el. Leitungen auf der Niederspannungsseite des Ofentransformators bzw. zwischen Transformator und Ofenelektroden von besonderer Wichtigkeit. — Stobie[9]) beschreibt die Bauart und Schaltung eines unter seinem Namen bekannten Lichtbogenofens, dessen Elektroden ähnlich wie beim Héroultofen durch die Ofendecke gehen, wobei er seine Vorschläge über die Art dieser Elektrodendurchführung durch die Ofendecke besonders hervorhebt. — Ein von der Leeds El. Construction Co. gebauter el. Widerstandsofen zum Metallschmelzen, sowie ein ähnlicher Ofen zum Vorwärmen von Nieten wird kurz beschrieben[10]). Die bis zu 1060° gehende Erhitzung wird durch nicht näher beschriebene Heizelemente mit Stromzuführungsringen aus Phosphorbronze bewirkt. — Zu umfangreichen Schmelzversuchen, insbesondere zum Erschmelzen von hochwertigem Gußeisen aus minderwertigem Schrott diente ein Rennerfeldt-Ofen für Zweiphasenstrom und 340 kg Einsatz, der eingehender beschrieben wird[11]). — Ein ursprünglich von Tammann für das Schmelzen kleiner Metallmengen, insbesondere für metallographische Zwecke, angegebener Laboratoriumsofen wird nach Angabe von Nernst und Tammann[12]) neuerdings für Leistungen bis 40 kW und Temperaturen bis 2000° ausgeführt. Das Schmelzgefäß steht im Innern eines senkrechten, durch zwei stromzuführende Ringe gehaltenen Kohlerohres, das in die Sekundärwicklung eines besonderen Transformators eingeschaltet ist und den Heizwiderstand bildet. — H. Miething[13]) bringt zusammenfassende Angaben über die Schmelztemperaturen der Metalle und der für den Ofenbau in Frage kommenden feuerfesten Materialien. Dann folgen die Beschreibung verschiedener Ofentypen für Laboratoriums- und technische Zwecke und einige Angaben über die erreichbaren Temperaturen und deren Messung.

Elektroden. Morrisson[14]) berichtet über Graphitelektroden und amorphe Kohlenelektroden für el. Öfen, über die erforderlichen Rohmaterialien, deren Vorbereitung für die Elektrodenfabrikation, das Durchmischen, Pressen und Stampfen und schließlich über das Brennen der Elektroden selbst. — Die bereits im Jahre 1909 ausgeführten Versuche zur Herstellung sog. selbstbrennender Dauerelektroden nach Söderberg wurden nach Durrer[15]) mangels genügender Elektrodenlieferung während des Krieges in Norwegen wieder aufgenommen. Im Gegensatz zu den sonst gebräuchlichen Ofenelektroden, deren Reste nach dem Abbrennen auszuwechseln sind, werden diese Elektroden nach dem Abbrennen des unteren Endes durch Anstampfen eines entsprechenden oberen Stückes, was innerhalb eines Blechmantels geschieht, verlängert, worauf sich die Elektrode beim Eintritt in den Ofen selbst brennt. Der genannte Verfasser beschreibt ausführlich die Herstellung und die Eigenschaften dieser Elektroden, die verwendete Stampfmasse, die Inbetriebnahme der Elektroden und erörtert ferner die Betriebsergebnisse, die an einem Ferrosilizium- und einem Ferromanganofen damit erhalten wurden. In ähnlichem Sinne berichtet Sem[16]), der außerdem die Hoffnung an die allerdings noch nicht erwiesene Anwendungsmöglichkeit dieser Elektroden in der Aluminiumindustrie knüpft.

Reguliervorrichtungen. Verschiedene Reguliervorrichtungen, welche bei kleinen Öfen mit Hand oder bei größeren Öfen selbsttätig bedient werden, werden in ihrer Bauart und Wirkungsweise beschrieben[17]).

Eisen.

Roheisen. B. Neumann[18]) berichtet unter kurzer Angabe der angewendeten Öfen über eine von Vogt 1918 gegebene Statistik der Elektro-Roheisenerzeugung in Schweden und Norwegen. Sie betrug:

	In Schweden:	Norwegen:
1908	122 t	
1909	302 »	
1910	890 »	
1911	5780 »	
1912	17561 »	1091 t
1913	31966 »	5881 »
1914	26858 »	6718 »
1915	35075 »	8742 »
1916	41676 »	6233 »
1917	57968 »	

An der Hand einer Reihe von Betriebsmessungen an Öfen der Domnarfvet-Werke zur Herstellung von Eisen direkt aus Erzen zeigt Holmgren[19]), wie durch zweckmäßige Anordnung und Kontrolle der Niederspannungsleitungen zwischen Transformator und Ofenelektroden und durch richtige Anordnung dieser Elektroden selbst die Energieverluste im Betriebe vermindert werden können und welchen Einfluß die richtige oder unrichtige Stellung der Elektroden auf das Niedergehen der Chargen im Ofen, d. h. auf den Schmelzprozeß besitzt. — Ein ausführlicher Bericht über die wirtschaftlichen Aussichten des el. Verschmelzens von Eisenerzen in Britisch-Columbien wurde von Stansfield[20]) erstattet. Die erforderlichen Energiebeträge, deren genügend billige Beschaffung die Hauptrolle spielt, hängen ab von dem Gehalt der Erze, der Güte des erzielten Schmelzproduktes und der benutzten Ofenart. Sie sollen sich daselbst durchschnittlich auf etwa 250 bis 400 W-Jahre für 1 t Roheisen belaufen. Als Vorbedingung für die wirtschaftliche Verhüttung der vorhandenen Erze auf Roheisen wird ein Maximalpreis der el. Energie von 20 Dollar auf ein el. Kilowatt-Jahr angegeben. Der Originaltext enthält eine Reihe weiterer Zahlen für verschiedene Ofenarten und Roheisensorten. — Die ausführliche Beschreibung eines el. Hochofens, Bauart Elektrometall, gibt Bibby[21]).

Nach Irresberger[22]) wurde in der Gießerei der Lunkenheimer Co. in Cincinnati ein sog. Duplexverfahren zur Nachbehandlung des im Kupolofen vorgeschmolzenen Roheisens im Elektroofen entwickelt. Die Nachbehandlung bezweckte besonders die Verminderung des Schwefelgehaltes im Eisen und die Regulierung seines Kohlenstoffgehaltes.

Ein sog. »synthetisches Gußeisen«, d. h. ein Roheisen durch Aufkohlen von Flußeisenschrott und besonders von Stahldrehspänen im Elektroofen stellten nach einem Berichte von Kalpers[23]) die Werke von Livet, Nanterre und Limoges in Frankreich für Geschoßzwecke während des Krieges in einer Menge von insgesamt 150000 t her. Keller[24]) gibt hierzu für einen 2500 kW-Ofen in Livet für 1 t Gußeisen folgende Zahlen an:

Energieverbrauch	675 kWh.
Elektrodenverbrauch	6 kg.
Koksverbrauch (Koks mit 80% C) für die Aufkohlung	80 »

Das erschmolzene Eisen enthielt 3% C und 1,7% Si. Auf dem letzteren Werke war ferner ein el. geheizter Roheisenmischer für 7 t Fassung und 400 kW Energieverbrauch vorhanden, dem das Eisen vom Elektroofen aus zugeführt wurde. Geplant ist ferner die Herstellung von Spezialstahl aus synthetischem Gußeisen unter Zugabe von Nickel und Chrom.

Stahl. Vor dem Kriege überragte in Deutschland die Frage der Güte des Erzeugnisses die Frage der Wirtschaftlichkeit. Das Anwendungsgebiet gliederte sich nach einem beachtenswerten Aufsatz von Geilenkirchen[25]) in drei Gruppen:

1. Erzeugung von Edelstahl aus inländischen Rohstoffen (Ersatz des Tiegelofens).
2. Veredelung des in bekannter Weise hüttenmännisch hergestellten Handelseisens.
3. Erzeugung von Stahl für Sonderzwecke (besonders Stahlformguß).

Der Verfasser geht dann über zu der durch den Friedensvertrag verursachten Änderung der Verhältnisse, wie Abtretung wichtiger Erzgebiete, Kohlennot, verkürzte Arbeitszeit, geringere Arbeitsleistung, Zwangsausfuhr von Kohle und auf die dadurch bedingte größere Sparsamkeit in der Kohlenwirtschaft. Der Einfluß dieser geänderten Verhältnisse auf die drei Anwendungsgebiete des Elektroofens wird dann eingehend besprochen. — Unter Andeutung ähnlicher Gesichtspunkte werden von Hacker[26]) eine Reihe von Verbesserungen an el. Öfen für verschiedene Zwecke der Hütten- und Gießereitechnik beschrieben, zumeist an der Hand der neueren Zeitschriften- und Patentliteratur. — Die Verdrängung des Tiegelofens durch den Elektroofen in der Stahlgießerei Amerikas belegt Smith[27]) durch statistische Angaben, aus denen die folgenden Zahlen hervorgehoben seien:

	Tiegelstahl	Elektrostahl
1913	121226 t	30180 t.
1918	115112 »	511364 »

Hand in Hand damit ging ein Mangel an geeignetem Ofenpersonal, für dessen Ausbildung einige Fingerzeige gegeben werden. — Der Bericht eines ungenannten Verfassers[28]) vergleicht die Festigkeitswerte und Analysen von Elektrostahl und Siemens-Martin-Stahl und hebt die Überlegenheit des ersteren hervor. Er eignet sich also in bekannter Weise zur Herstellung hochwertigen Konstruktionsmaterials, wie auch Kothny[29]) näher ausführt. Er hebt hierbei besonders die Wichtigkeit einer genügenden Desoxydation im Ofen und den Einfluß der Gießtemperatur und Erstarrungsdauer auf die Festigkeitswerte hervor. — Eine Arbeit von Carlisle[30]) bringt eine Reihe Angaben über die mechanischen Werte legierter Stähle, welche von der Firma L. Boardshaw & Son, Ltd., im Elektroofen hergestellt wurden. — In England war nach Gifford[31]) die jährliche Elektrostahlerzeugung von 15000 t bei Kriegsausbruch

auf 200000 t bei Kriegsende gestiegen. Von diesem Zeitpunkte ab wurde eine Reihe bisher zur Spezialstahlerzeugung dienender Öfen auf die Erzeugung von gewöhnlichem Stahlguß umgestellt. Das Zusammenarbeiten des Elektroofens mit dem Siemens-Martin-Ofen und dem Bessemerkonverter wurde, im Gegensatz zu Amerika und zum Kontinent, in England in größerem Maßstabe noch nicht angewandt. Der Mangel an Ofenelektroden, der sich besonders 1916 und 1917 durch das Fehlen eigener Elektrodenfabriken fühlbar machte, wurde nach Bau einiger Elektrodenfabriken behoben, von denen vier Fabriken amorphe Kohlen und eine graphitierte Kohlen herstellen. — Ein neues zu Toronto gebautes Elektrostahlwerk[32]) erzeugte in 10 Héroultöfen Geschoßstahl aus Drehspänen und sonstigen Eisenabfällen. — Auf die tabellarische Zusammenfassung der Betriebsdaten von 18 Lichtbogenöfen sei an dieser Stelle nur kurz hingewiesen[33]).

Elektrolyteisen. Hughes[34]) berichtet an der Hand der vorhandenen Literatur zusammenfassend über die Darstellung des Elektrolyteisens, bei welcher ihm eine fortlaufende Kontrolle des Herstellungsprozesses, besonders an der Hand mikrographischer Untersuchungen der Kathoden, von Wichtigkeit erscheint Außer allgemein gehaltenen Betrachtungen enthält die Arbeit keine nennenswerten Angaben über die Herstellung von Elektrolyteisen in betriebsmäßig technischem Maßstabe.

Sonstige Schwermetalle und deren Legierungen.

Messing und Bronze. Über das aussichtsreiche Schmelzen dieser Legierungen besonders für Gießereizwecke im Elektroofen ist in Deutschland bisher nur wenig in die Öffentlichkeit gedrungen. In den Vereinigten Staaten von Amerika ist die Entwicklung des Elektroofens für diesen Zweck mit der Entwicklung des Elektrostahlofens Hand in Hand gegangen. In Anwendung ist hierfür neben dem Widerstandsofen und einer vereinzelten Anwendung des Induktionsprinzips besonders ein Strahlungsofen, der im Prinzip aus einer horizontal liegenden Trommel besteht, in deren Stirnflächen zwei horizontalliegende Elektroden hereinragen. Die Trommel wird in langsam drehender Bewegung gehalten, damit das geschmolzene Metall ständig mit neuen Teilen der Ofenzustellung in Berührung kommt. In dieser Richtung berichtet Collins[35]) über einige bisher mit diesen Öfen erhaltene Erfahrungen. Einige dieser Öfen sind nach seiner Angabe für Einsätze von 125, 250, 500, 1000 und 1500 kg normalisiert. — Gillet und Rhoads[36]) beschreiben einen weiteren derartigen Ofen, welcher auf Grund fünfjähriger praktischer Versuche des United States Bureau of Mines herausgebracht wurde, und der für technische Zwecke von der Detroit Edison Co. geliefert wird. Die Arbeit enthält ausführliche Tabellen, Abbildungen und Diagramme, ferner Angaben über die Art des Beschickens, den Energieverbrauch, die Kosten und Lebensdauer der Zustellung, über das Verhalten des Lichtbogens im Ofen, über das Ausbringen, die Betriebskosten, den Elektrodenverbrauch und die Metallverluste in ausführlicher Form, so daß hier auf das Original verwiesen werden muß. — Nach Dauerversuchen in einem Ofen der Firma Leitelt Brothers zu Booth[37]), die sich über den ganzen Monat Juni 1919 erstreckten, waren die Betriebskosten eines gleichen Ofens beim Schmelzen von Messing und Rotguß nur $^2/_3$ der Betriebskosten eines ölgefeuerten Tiegelofens. — In einem anderen Ofen für 225 kg Einsatz kam man nach einem ungenannten Verfasser[38]) bis. zu 350 kWh für 1 t Messingeinsatz bei Tagesbetrieb einschließlich Energie für das Anwärmen des Ofens vor Schichtbeginn. Es werden in dem genannten Aufsatze dann noch die Vorteile des el. Messingschmelzens weiter erörtert und eine Reihe von Abbildungen und Betriebszahlen derartiger Öfen gegeben. Ein Messingschmelzofen mit Widerstandserhitzung, bestehend aus einem kreisrunden Herd und einer unmittelbar unter dem Ofengewölbe sitzenden und mit Karborundum als Widerstandsmaterial gefüllten kreisförmigen Heizrinne, war seit Oktober 1917 in der Gelbgießerei der Hays Manufacturing Co. in Erie[39]) in Betrieb. Bei 700 kg Einsatz leistete der von

der El. Furnace Co. in Alliance gebaute Ofen in 12 h vier Güsse. — Endlich ist noch eine Arbeit von R. N. Blakeslee jr.[40]) über einen kleinen Einphaseninduktionsofen der Ajax-Wyatt-Type für 35 kW zu erwähnen, in dem Messing mit maximal 90% Cu und maximal 3,5% Blei geschmolzen werden kann. Die sekundäre Schmelzrinne hat die Form eines gleichschenkeligen, mit seiner Ebene senkrecht stehenden Dreiecks mit nach unten gekehrter Spitze, wobei die nach oben gekehrte Grundseite des Dreiecks das von außen her zugängliche Schmelzbad bildet. Von diesem aus erfolgt durch die beiden langschenkeligen Rinnenkanäle eine ständige Bewegung des Schmelzgutes nach unten bzw. nach oben. Diese abgeschlossene Lage eines großen Teiles der sekundären Schmelzrinne soll einerseits den Zinkabbrand vermindern, gibt anderseits aber auch leicht zu Betriebsstörungen Veranlassung, weshalb der Ofen bisher nur für kleine Leistungen gebaut worden ist. Die Arbeit wird durch Abbildungen ausgeführter Öfen erläutert.

Zink. Nach einem Berichte von Field[41]) wurde in Swansea vier Jahre lang eine Versuchsanlage zur Gewinnung von täglich 1,5 t Elektrolytzink betrieben, die insgesamt 120 t in einer Reinheit von 99,95% Zn erzeugte. Dieses konnte mit nennenswertem Überpreis gegenüber dem Schmelzzink verkauft werden. Die verwendeten Zinkerze wurden zunächst geröstet und dann mit verdünnter Schwefelsäure gelaugt. Nach verschiedenen rein chemischen Reinigungsprozessen, welche einen besonders wichtigen Teil des Prozesses bildeten und deren Gang angedeutet ist, wurde die gereinigte Lauge zwischen Bleianoden und Aluminiumkathoden elektrolytisch entzinkt. Hierfür gibt der Verfasser folgende Daten:

Badspannung	3,5 V.
Energieverbrauch (am Bad gemessen)	3200 kWh/t Zn
Energieverbrauch für Laugerei und Nebenbetriebe	800 kWh/t Zn.
Verunreinigung des Zinks nach dem Einschmelzen	0,02% Cd, 0,02% Pb, 0,01% Cu und Fe.

Der Gesamtenergieverbrauch von 4000 kWh/t Zink ist also ⅓ bis ½ des Energieverbrauches des elektrothermischen Zinkgewinnungsverfahrens.

Gold. Während die früheren Arbeiten über das afrikanische Goldgebiet meist nur die Entwicklung der Kraftwerke im Auge hatten, gibt Weyhausen[42]) in großen Zügen den Verhüttungsgang der Erze bis zum fertigen Goldbarren unter Hervorhebung des Verbrauches an el. Energie. Dieser ist ziemlich hoch, da auf jede Tonne monatlich verpochten Erzes ca. 1,3 kWh für den Tag benötigt werden. Dies sind bei einer mittleren Goldmine von etwa 40000 t Erz im Monat ca. 52000 kWh im Tag. Hiervon kommen 75% auf die eigentliche Verhüttungsanlage und verteilen sich dort auf die verschiedenen motorischen Antriebe, welche näher beschrieben sind.

Sonstiges. In einer gemeinsamen Sitzung der Faraday Society und des Institute of Metals wurden die Fortschritte in der Herstellung von galvanischen Schutzüberzügen (besonders Zink, Kupfer, Kobalt und Silber) besprochen[43]). Gestreift wurde ferner die direkte Fällung von Gold-Silberlegierungen und die elektrolytische Raffination von Zink.

Leichtmetalle.

Ein Bericht von V. Engelhardt[44]) enthält eine Übersicht über die bekannten Bauxitvorkommen, die Entwicklung der Aluminiumerzeugung seit 1880 und über die verschiedenen Verfahren zur Darstellung der reinen Tonerde, vornehmlich nach Bayer. Dann folgen kurz die Beschreibung der eigentlichen Schmelzflußelektrolyse, die Besprechung der wichtigen Elektrodenfrage, der Bauart der Öfen, der Führung des Ofenprozesses und einiger wichtiger theoretischer und wirtschaftlicher Fragen. — Ein Geschäftsbericht der Firma Stern & Hafferl vom Jahre 1919 enthält Mitteilungen über deren Aluminiumwerk zu Steeg in Oberösterreich, welches nach 1½jährigem Bau im Jahre 1917 in

Betrieb kam[45]). Das Werk gliedert sich in die eigentliche Aluminiumfabrik, eine Tonerdefabrik und eine Elektrodenfabrik (einschl. Schaumbrennerei und Teerdestillation). Die Leistungsfähigkeit der Anlage wird zu 1300 t Al/Jahr angegeben, die verbaute Fläche zu 13332 m². Zwei Synchronumformer von je 2170 bis 2450 kW liefern den Strom für die Al-Bäder. Die Tonerdefabrik besitzt 18 Motoren von zusammen ca. 450 kW, die Elektrodenfabrik sechs Motoren von zusammen 110 kW. Der Vollbetrieb erfordert 400 bis 500 Arbeiter.

[1]) El. World Bd 75, S 161. — [2]) Engineering Bd 107, S 167. — [3]) B. Neumann, Stahl u. Eisen S 1558. — [4]) D. F. Campbell, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 161. — [5]) Engineering Bd 107, S 741, 772. — [6]) E. Kothny, Stahl u. Eisen S 1143. — [7]) G. Hartig, ETZ S 856. — [8]) C. B. Gibson, El. World Bd 75, S 991. — [9]) V. Stobie, Engineering Bd 107, S 749. — [10]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 765. — [11]) El. World Bd 75, S 265. — [12]) Nernst u. Tammann, ETZ S 734. — [13]) H. Miething, Helios, Fachz. S 265, 273. — [14]) W. L. Morrisson, Rev. Gén. El. Bd 8, S 819. — [15]) R. Durrer, Stahl u. Eisen S 1599. — [16]) M. Sem, El. Anz. S 747, 751, 759. — [17]) ETZ S 121. — [18]) B. Neumann, Stahl u. Eisen S 368. — [19]) F. Holmgren, El. World Bd 75, S 196, 425. — [20]) ETZ S 836. — [21]) J. Bibby, Engineering Bd 107, S 648. — [22]) C. Irresberger, Stahl u. Eisen S 719. — [23]) H. Kalpers, Stahl u. Eisen S 437. — [24]) C. A. Keller, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 393. — [25]) Th. Geilenkirchen, Mitt. Ver. EW. S 69, 93. — ETZ S 756. — [26]) W. Hacker, El. Anz. S 745. — [27]) Ackeson Smith, El. World Bd 75, S 1001. — [28]) El. World Bd 75, S 63. — [29]) E. Kothny, Stahl u. Eisen S 41. — [30]) C. G. Carlisle, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 477. — [31]) W. S. Gifford, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 528. — [32]) ETZ S 141. — [33]) ETZ S 514. — [34]) W. E. Hughes, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 530. — [35]) El. Anz. S 777. — [36]) Gillet u. Rhoads, Engineering Bd 107, S 329. — [37]) El. World Bd 74, S 1107. — [38]) El. World Bd 76 S 1253. — [39]) Stahl u. Eisen S 720. — El. World Bd 75, S 11. — [40]) R. N. Blakeslee jr., El. World Bd 74, S 642. — [41]) S. Field, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 294. — [42]) E. G. Weyhausen, ETZ S 166. — [43]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 625. — [44]) V. Engelhardt, ETZ S 413 (nach Engineering Bd 106, S 163, 191, 218). — [45]) El. Masch.-Bau S 377.

Herstellung chemischer Verbindungen.

Von Professor Dr. K. Brand.

Alkalichloridelektrolyse. Die chemische Großindustrie hat durch den Tod von Ignaz Stroof (geb. 4. 4. 1838, gest. 12. 11. 1920) einen ihrer führenden Männer verloren; die Alkalichloridelektrolyse verdankt seiner Tatkraft ihre schnelle Entwicklung und ihren hohen Stand. Arbeiten doch heute, nach den Angaben von W. Posth[1]), allein nach dem von Stroof besonders ausgebildeten Griesheimer Diaphragmenverfahren 25000 kW. — Die Fortschritte der elektrochemischen Industrie in den Jahren 1916 bis 1919 schilderte Rudolf Meingast[2]) (s. a. A. Lessing[3])). — A. H. W. Aten[4]) gab eine kurze Übersicht über die elektrochemische Industrie, Ed. Chaleyer[5]) besprach die Darstellung des Chlors und der Alkalien in den Vereinigten Staaten, ihren gegenwärtigen Stand, Umfang der verschiedenen Verfahren, sowie deren Wirksamkeit und Ausbeute, und C. F. Carrier jr.[6]) berichtete über die Chlorzelle von Nelson. — Das Diaphragmenproblem, die Wirkung des nach dem Vorschlag von Hargreaves in den Kathodenraum eingeblasenen Dampfes, die Zuführung der Salzlaugen und die Lebensdauer der Graphitelektroden erörterte F. G. Wheeler[7]). Graphitelektroden können durch Tränken mit geeigneten Ölen unter Vermeidung eines Überschusses gegen Chlor widerstandsfähiger gemacht werden, doch verkleinert das Ausfüllen der Poren die Elektrodenoberfläche und steigert damit den Kraftverbrauch bei gleicher Produktion. Die Ölimprägnierung ist daher nur bei billiger Kraft vorteilhaft. — E. Briner, A. Tykociner und B. Alfimoff[8]) fanden bei Ausdehnung ihrer Untersuchungen über die Elektrolyse des Kaliumchlorids auf das Lithiumchlorid,

daß sich die elektrolytische Ausbeute in der Reihenfolge KCl, NaCl, LiCl vermindert. Die früher für die Elektrolyse des Natriumchlorids abgeleiteten Formeln lassen sich auch auf Kaliumchlorid anwenden und auf Lithiumchlorid, solange dessen Konzentration unter 5 Grammol im Liter bleibt. — Zur Darstellung elektrolytischer Chlorflüssigkeiten läßt Henry Giesler[9]) den Elektrolyten durch eine Reihe hintereinander geschalteter Einzelzellen, die durch eine Scheidewand in miteinander kommunizierende Kühl- und Elektrodenräume getrennt sind, fließen. — G. A. M. Buckley[10a]) ordnet zur Erzielung eines besseren Umlaufes bei der Herstellung von Bleichlaugen zwischen den Anoden nicht leitende Platten so an, daß sie mit diesen schmale Kanäle bilden. Anoden und Kathoden stehen in verschiedenen Behältern, in denen die Flüssigkeit auf gleicher Höhe gehalten werden kann. In den Anodenräumen können Kühlschlangen untergebracht werden, der Boden der Kathodenräume kann dachförmig gestaltet sein, und die Kathoden lassen sich in ihren Behältern von der einen auf die andere Seite verschieben. Die Herstellung von Bleichlaugen an der Hand von Abbildungen beschrieb auch Fr. Ludwig[10b]). — J. G. Williams[11]) studierte die Bildung von Natriumperchlorat aus Natriumchlorat. Bei Natriumchloratkonzentrationen unter 100 g/l wächst der Badwiderstand beträchtlich, Ozon entsteht aber erst bei Konzentrationen von 10 g/l. Die Flüssigkeit soll nicht alkalisch sein, Temperatursteigerungen bis 60° setzen die Ausbeute nur wenig herunter. Im Betriebe waren für die Herstellung von 1 kg Perchlorat durchschnittlich 3,6 kWh nötig. Der Chloridgehalt des Bades steigt mit der Temperatur, neutrale und saure Chloratlösungen werden, wohl infolge von Natriumhypochloritbildung, bald alkalisch gegen Phenolphthalein. — Die Oberschlesische Aktiengesellschaft für Fabrikation von Lignose, Schießbaumwollfabrik für Armee und Marine[12]) stellt Kaliumperchlorat im Kreislauf her. Die elektrolytisch bereitete Natriumperchloratlösung wird mit Kaliumperchlorat umgesetzt und die wiedergewonnene Natriumchloratlösung unter Ersatz der unvermeidlichen Verluste an Natriumionen durch Natriumchlorid wieder elektrolysiert. Nach dem Verfahren[13]) der Oberschlesischen Sprengstoff A.-G.[13]) wird Kaliumchloratlösung mit Nickelkathoden bei 27° und einer D. K. 0,15 cm^2 und mehr elektrolysiert, wobei die Stromausbeute bei Gebrauchskühlwasser über 85% betragen soll. — Wie James Dow[14]) mitteilt, wurde die erste Dowsche Bromgewinnungsanlage 1889 von der Dow Chemical Co. zu Canto (O.), die zweite im Sommer 1890 zu Midland (Mich.) in Betrieb genommen, letztere benutzte zur Abscheidung des Broms den el. Strom.

Andere Verbindungen. Die verschiedenen Zellen zur Bereitung von Wasserstoff und dessen Gewinnung als Nebenprodukt bei der elektrolytischen Darstellung von Natriumhydroxyd wurden in theoretischer und praktischer Hinsicht von Harry L. Barnitz[15]) erörtert, und André Dubosc[16a]) gedachte bei Besprechung der Hydrosulfite auch der elektrochemischen Herstellung dieser wichtigen Reduktionsmittel. T. A. Roß[16b]) schildert die Herstellung von Wasserstoff und Sauerstoff für die engl. Armee in Frankreich während des Weltkrieges. Abbildungen und Lagepläne über die Anlage in Rouen, die für eine Tagesleistung von 2380 m^3 Wasserstoff und 1190 m^3 Sauerstoff eingerichtet war, ergänzen die Ausführungen des Verfassers. — Bei Versuchen zur kathodischen Abscheidung von Uran erhielt Chester A. Pierlé[17]) u. a. bei hoher Kathodenstromdichte aus Uranylsulfat Uranosulfat. — A. W. Browne, M. E. Holmes und J. S. King[18]) studierten die Elektrolyse von Ammoniumtrinitrid in flüssigem Ammoniak unter Verwendung von Anoden aus angreifbaren Metallen und gewannen eine Anzahl von Metalltrinitriden. — Antonio Rius[19]) untersuchte die Peroxydbildung bei der Elektrolyse rauchender Schwefelsäure. — Die Bildung von Thallisulfat aus Thallosulfat wird nach G. Grube und A. Hermann[20]) durch niedere Anodenstromdichte und hohe Säurekonzentration gefördert und durch eine spezifische Wirkung des Anodenmaterials beeinflußt. Thallisulfatlösungen zersetzen sich freiwillig unter Einfluß von Licht und pla-

tiniertem Platin. — Die Bildung von Permanganaten bei der Elektrolyse von alkalischen oder im Verlaufe der Elektrolyse alkalisch werdenden Flüssigkeiten unter Benutzung von Anoden aus Manganlegierungen wurde von Robert E. Wilson und W. G. Horsch[21]) und auch von M. de Kay Thompson[22]) studiert. Zur Bereitung von festem Natriumpermanganat für Gasmaskenfüllung stellte ersterer zunächst durch Elektrolyse eine 8 bis 12 proz. Natriumpermanganatlösung her, die durch Eindampfen auf 30% konzentriert wurde. Die Anoden aus Ferromangan wurden nach 24 Stunden mit dem Sandstrahlgebläse von der sie bedeckenden Schicht aus Eisenoxyd, Manganoxyd und Kieselsäure befreit. Letzterer benutzte als Elektrolyten Kaliumkarbonatlösung und als Anode ein 75% Mangan enthaltendes Ferromangan, mit dem die Elektrolyse ohne Reinigung der Anode durchführbar sein soll. Bei einer Arbeitstemperatur von nicht über 40° soll die Abscheidung von nichtleitenden Manganoxydschichten vermieden werden. Die Stromausnutzung betrug etwa 17%, bei Benutzung besserer Diaphragmen dürfte sie sich erhöhen. — Die anodische Ferratbildung unter dem Einfluß von überlagertem Wechselstrom untersuchten G. Grube und H. Gmelin[23]). Die Ferratausbeute steigt mit der Temperatur und der Alkalikonzentration und geht mit steigender Stromdichte durch ein Maximum. Eine Steigerung bis zu 160% gegenüber von reinem Gleichstrom erfährt sie durch Überlagerung von Wechselstrom über die Anode, und zwar wird bei konstanter Gleichstromdichte ein Ausbeutemaximum bei bestimmter Wechselstromdichte erreicht. Anwendung eines Diaphragmas ist nötig, die Temperatur darf 50° nicht übersteigen. — O. W. Brown, C. O. Henke und J. L. Miller[24]) bestätigten die Angaben von Grube[25]) über die elektrolytische Oxydation von Ferro- zu Ferrizyankalium. Zur Vermeidung von Spannungsverlusten benutzen sie eine Einrichtung, um das gebildete Ferrizyankalium unterhalb der Anode abzuscheiden. Besonders gut bewährten sich Achesonsche Graphitanoden. — Die elektrolytische Darstellung von Metalloxyden wurde Sidney Fry[26]), die von Metallsulfiden Charles Owen Griffith[27]) geschützt. — Nach Angaben der Norsk Hydro-Elektrisk Kvaelstofaktieselskab[28]) vermindert ein Zusatz von löslichen Silikaten zum Elektrolyten die Zerstörung angreifbarer Elektroden bei der Elektrolyse und verbessert die Stromarbeit.

Besondere elektrolytische Bäder wurden von White[29]), »Franklin« Industrie-Ges. m. b. H.[30]), Adolf Barth[31]) und Evariste Geeraard[32]) beschrieben.

Hydride, Karbide, Kalkstickstoff, Nitride und Cyanide. Kalziumhydrid erhält Albin Kiesewalter[33]) durch Erhitzen von Kalziumoxyd oder anderen geeigneten Kalkverbindungen im Flammenbogen unter Zuleitung von Wasserstoff und Absaugen der Nebenprodukte. — Emil Podszus[34]) wurde die Herstellung von Borkarbidformstücken durch Reduktion von Bornitrid im Lichtbogen geschützt. — Die Gewinnung von Siliziumkarbid und Korund im el. Ofen, deren Gestehungskosten und Verwendung beschrieb C. J. Brockbank[35]), und Fr. Fichter und Chr. Schölly[36]) stellten Cerkarbid im el. Vakuumofen her. — Die wichtigsten Gesichtspunkte für den Kalziumkarbidbetrieb setzte Julius Baumann[37]) auseinander. — Rudolf Mewes[38]) bewirkt die Umsetzung von Stickstoffverbindungen der Karbide, z. B. von Kalkstickstoff mit Natrium- oder Kaliumchloridlösungen unter gleichzeitiger Zuhilfenahme von Wärme und el. Strom; neben Ammoniumchlorid soll auch noch Pottasche oder Soda gewonnen werden. — Eine el. Beheizung des Reaktionsgutes zur Herstellung von Kalkstickstoff wurde M. Novak[39]) patentiert.

Magnesiumnitrid stellten Fr. Fichter und Chr. Schölly[40]) aus Magnesium und Stickstoff im Heräusofen her. — An der Vervollkommnung des Serpekverfahrens wurde weiter gearbeitet, so beschrieb G. Coutagne[41]) ein Verfahren zur Erzeugung von Stickstoffverbindungen wie Aluminiumnitrid durch Erhitzen der betr. Metalloxyde mit Kohlenstoff in einem hochgespannten Lichtbogen, der zwischen einer stangenförmigen, durch den Gasstrom gekühlten Elektrode und der Innenwand des Ofens gebildet wird. Bei seinem zweiten Ver-

fahren benutzt derselbe Erfinder[42]) einen Ofen mit einer oberen beweglichen Elektrode und einer unteren festen Grundplatte, mit einer Durchbrechung in Richtung der Achse zur Zuführung des stickstoffhaltigen Gases. — In Metal Ind.[43]) wird das Serpekverfahren eingehend beschrieben, ebenso seine Beziehungen zur Aluminiumindustrie, besonders zur Gewinnung reiner Tonerde. Selbst bei Deckung des gesamten Tonerdebedarfs durch das Serpekverfahren würden nur 11% des Weltbedarfs an Ammoniumsulfat als Nebenprodukt erhalten werden. — Die Herstellung einer Tonerde für Schleifzwecke, welche 0,2 bis 1,3% TiO_2 und weniger als je 0,8% Fe_2O_3 und SiO_2 enthält, beschrieb O. Hutchins[44]) in einem englischen, auf die Carborundum Co. übertragenen Patente.

John E. Bucher[45]) besprach eingehend das Schrifttum, die Laboratoriums- und Betriebsversuche zur Bindung von Stickstoff durch Alkalimetalle und Alkalikarbonate in Gegenwart von Kohle und Eisen (dieses als Katalysator), die dazu erforderlichen Apparate, die Verarbeitung des Natriumzyanids auf Natriumferrozyanid, Ammoniak, Harnstoff und Oxamid und die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens. — J. B. Ferguson und P. D. V. Manning[46]) stellten Gleichgewichtsstudien über den Bucherprozeß an, und W. S. Landis[47]) gelang es durch Bau eines geeigneten el. Ofens aus Zyanamid, Natriumchlorid und Kalziumkarbid Zyanid in ununterbrochenem Betriebe im großen herzustellen. Zwei Arten des Zyanids kommen in den Handel: »Aero Brand Zyanid Grad X« mit 36 bis 37% Äquivalent Zyannatrium und »Grad XX« mit 45% Äquivalent Zyannatrium. — Auch Herbert Philipp[48]) machte Angaben über den Zyanidprozeß.

Glas. Elektroöfen für Glasschmelze sind nach Otto Mäetz[49]) wegen der hohen Betriebskosten nur für Qualitätsglas rentabel. Verschiedene Lichtbogenöfen für Tiegel- und Wannenbetrieb hat die schwedische Firma A. B. Elektriska Ugnar in Stockholm gebaut, bei denen zur Vermeidung der Reduktionswirkung der Kohleelektroden auf den Glassatz die Lichtbögen nicht mehr frei über diesem brennen. Auch der von H. A. De Fries[50]) beschriebene Elektroflammenofen von Rennerfelt[51]), bei dem der Lichtbogen zwischen senkrecht stehenden Elektroden und einem im Ofen liegenden leitenden Bette brennt, ist neuerdings für Glas- und Emailleschmelze eingerichtet worden.

Gasreaktionen. Eine neue aktive Form des Wasserstoffs, welche durch Gasionisation, z. B. durch el. Entladung unter Druckverminderung entstehen soll, beschrieben Gerald L. Wendt und Robert S. Landauer[52]). Sie nennen sie Hyzon. — Die Bedeutung des Ozons für Laboratorium und Gewerbe (Bleichen von Gewebe- und Faserstoffen, Bienenwachs, Papierzellstoff, Schwämmen, zum Trocknen von Ölen, Geruchlosmachen von Kühlräumen) erörterte Chester H. Jones[53]). — Hans Becker[54]) machte Mitteilungen über die Berechnung der Konzentration und Ausbeute von Ozonapparaten. Einen neuen Ozonisator beschrieben S & H[55]).

Groß ist wiederum die Zahl der zusammenfassenden Arbeiten über die Stickstoffrage im allgemeinen und die Gewinnung von Salpetersäure im besonderen; derartige Berichte liegen vor von C. Toniolo[56]), L. Levi-Bianchini[57]), Paul Pascal[58]), Ignaz Moscicki[59]), der die polnischen Verhältnisse besonders berücksichtigte, Lucien Maugé[60]), Herman Edward Fischer[61]) und Robert E. Mc Connell[62]), nach dessen Angaben die deutsche Salpetergewinnung der amerikanischen überlegen ist. — Zur Gewinnung von Kalksalpeter werden in Norwegen nach G. A. Cowie[63]) in der mit 100000 kW arbeitenden Anlage Rjukan I durch die mehr als 3000° heißen Öfen täglich 1000 Millionen Gallonen Luft getrieben, die nach dem Abkühlen auf 800° unter Ausnutzung der Wärme auf 50° abgekühlt und nach Überführung des NO in NO_2 in großen Oxydationsräumen in 23 m hohen, mit Quarz gefüllten und wasserberieselten Türmen von Stickstoffsauerstoff-Verbindungen befreit werden. Aus der erhaltenen 30proz. Salpetersäure wird mit Kalkstein eine Lösung von Kalziumnitrat dargestellt, die nach dem Eindampfen auf 13,7% N-Gehalt

über eine gekühlte Drehtrommel läuft, hier nach dem Erstarren in blätteriger Form abgenommen und in kleinen Mühlen granuliert wird. Die Tagesproduktion der Rjukananlage beträgt 2000 Barrel, kann aber auf 5000 Barrel gebracht werden. — Bei Versuchen, die das Maß des Laboratoriums überschreiten, ist es Ferdinand Gros[64]) gelungen, unter Benutzung eines trockenen Gemisches von gleichen Teilen Stickstoff und Sauerstoff und einer neuen Gewinnungsmethode der nitrosen Gase durch Verflüssigung bei niederer Temperatur die Ausbeute an Salpetersäure von 55 bis 65 g auf 90 g/kWh zu steigern. — Weitere Vorschläge zur Verbesserung der Luftverbrennung machten Kurt Friedrich[65]), Rudolf Mewes[66]), Hugo Spiel[67]), Carl Rossi[68]), Norsk Hydro-Elektrisk-Kvaelstofaktieselskab[69]), Erich Kneip[70]), der gegenüberliegende, voneinander ablaufende endlose Bänder, Seile, Ketten, biegsame Schläuche oder ähnliche Gebilde aus Metall oder anderen stromleitenden Materialien, die so über Leitrollen geführt werden, daß sie Hörnerblitzableiter bilden, benutzt, und Otto Lummer und Rütgerswerke A.-G.[71]). — Theoretische Untersuchungen über die durch den el. Flammenbogen bewirkte Bindung des Luftstickstoffs führte Charles P. Steinmetz[72]) aus, und E. Briner und A. Baerfuß[73]) gaben Versuche bekannt, bei denen sie durch Behandlung von Gemischen aus Stickstoff, Wasserstoff und Kohlenwasserstoffen mit dem el. Lichtbogen neben Ammoniak Zyanwasserstoff erhielten.

Sterilisation und Reinigung von Wasser. W. Heym[74]) verlangt von einer modernen Wasserreinigung die Erzielung einer möglichst vollständigen Keimfreiheit des Trinkwassers durch Behandeln mit Ozon, Chlorkalk, Tonerdesulfat, ultravioletten Strahlen, Ätzkalk usw. Er schildert gleichzeitig die Anwendung der genannten Mittel. Nach L. Zamkow[75]) hat die Behandlung des Trinkwassers mit Chlor vor der mit Chlorkalk den Vorzug, da letztere einen herbsalzigen Geschmack hinterläßt, sie ist billiger als die Ozonbehandlung. Einrichtungen zur Chlorbehandlung von Wasser wurden von A. Moreau[76]), G. Porro[77]) und Stephen Henry Menzies[78]) beschrieben. — Sheppard T. Powell[79]) berichtete über die Einrichtung und Wirkungsweise von Ozonreinigungsanlagen und Erich Schneckenberg[80]) machte Vorschläge für eine mechanische Sterilisationsschnellprobe des Leitungswassers, die auf physikalisch-chemischer und physikalischer Grundlage beruht.

Das Abtöten von Mikroorganismen z. B. zum Sterilisieren von Reinkulturen von Mikroorganismen, Diphtherieserum usw. soll nach der Elektroosmose A.-G. (Graf Schwerin Ges.)[81]) mit Gleichstrom niederer Spannung und verhältnismäßig hoher Stromstärke erfolgen, wobei die Flüssigkeit in den Mittelraum eines Dreizellenapparats, der aus einem in der Längsrichtung durch Diaphragmen geteilten Behälter besteht, gebracht wird und feste Stoffe mit einem Elektrolyten getränkt werden. Bei Herstellung spez. Impfstoffe aus Reinkulturen von Mikroorganismen darf die Stromstärke nur so groß sein, daß die Mikroorganismen nicht abgetötet, sondern apathogen werden[82]), z. B. bei Herstellung von Schweinerotlauf, Pneumokokken, Tuberkeln.

Kolloide und Osmose. Die sich beim Zerstäuben unter Wasser oxydierenden Metalle wie Ni, Cu, Fe, Al, Wo läßt die Chem. Fabrik von Heyden A.-G.[83]) in Gegenwart von Reduktionsmitteln, wie Hydrosulfit, Brenzkatechin, Pyrogallol, Hydroxylamin, Hydrazin, gegebenenfalls auch in Gegenwart von Stabilisationsmitteln auf el. Wege in kolloidalen Zustand übergehen. — John Somerville Highfield, W. R. Ormandy und D. Northall-Laurie[84]) besprachen die Eignung der Elektroosmose zur Reinigung von Ton, die Elektroosmosefilterpressen und deren Verwendung zur Entwässerung und Reinigung. — Zur Demonstration der Elektroendosmose soll sich nach Beobachtungen von Sumner B. Frank und James R. Withrow[85]) die Shephardzelle[86]) eignen, die auch zur Darstellung von Kalium-, Strontium- und Kalziumamalgam brauchbar ist. — Die Arbeiten der Elektroosmose-Ges. (Graf Schwerin-Ges.)[87]) zur Vervollkommnung ihrer Entwässerungsverfahren wurden fortgesetzt. Nach einem Verfahren der Gesellschaft[88]) können Zellulosepräparate

durch Elektroosmose gelatiniert werden, indem man diese nach dem Durchtränken mit einer geeigneten Flüssigkeit der Elektroosmose unterwirft, oder bei feuchten Präparaten die Feuchtigkeit durch die Gelatinierungsflüssigkeit auf elektroosmotischem Wege verdrängt. — Wässerige, nicht oder schwach leitende Kolloide mineralischer, vegetabilischer oder animalischer Herkunft werden nach Zusatz einer schwachen Säure oder Base, mit der das Wasser unter dem Einfluß des Stromes abwandert, elektroosmotisch gereinigt oder konzentriert. Beschrieben wurde die Gewinnung von konz. antitoxinhaltiger Paraglubinlösung aus Diphtherieserum und die Entwässerung von Gelatine[89]). — Organische Farbstoffe und deren Zwischenprodukte[90]) können unter Wahrung oder Erzeugung des kolloidalen Zustandes dadurch gereinigt werden, daß man mit Hilfe des el. Stromes ungeeignete Elektrolyte entfernt oder nötigenfalls geeignete erzeugt. — Für die Elektroosmose brauchbare Diaphragmen ließ sich Alexander Nathansohn[91]) schützen, sie zeichnen sich durch einen Gehalt an Metallsuperoxyden aus und sollen namentlich für die Elektroosmose von Serumpräparaten verwendbar sein. — Nach Angabe der Elektroosmose-Ges. (Graf Schwerin-Ges.)[92]) tötet man zur Herstellung von Impfstoffen die lebenden Bakterien mit Hilfe des el. Stromes oder auf anderem Wege ab und unterwirft sie dann der Einwirkung eines Gleichstromes, wodurch der Austritt des Zellinhalts in das umgebende Medium und meist ein körniger Zerfall der Zellhülle bewirkt wird. Die so erhaltenen Impfstoffe können durch Zusatz von Schutzkolloiden haltbar gemacht werden.

Organische Verbindungen. Obgleich sich die el. Methoden für die Darstellung einer ganzen Reihe von organischen Verbindungen im Laboratorium ausgezeichnet bewährt haben, spielen sie doch in der chemischen Großindustrie nur eine untergeordnete Rolle. Die wirtschaftlichen Vorteile, die sie bieten, besprach C. J. Thatcher[93]) unter besonderer Berücksichtigung der amerikanischen Verhältnisse und unter Hinweis auf die Anwendung des el. Stromes zur Gewinnung org. Präparate in der deutschen und schweizerischen Industrie. Gleichzeitig empfahl er für org. elektrochem. Arbeiten die sog. Elektro-Filters der General Filtration Co. — Das Forschungslaboratorium von H. Otto Trauns[94]) stellte eine sog. Filterelektrode her, mit der die zu elektrolysierende Flüssigkeit in innigste Berührung kommt und die für die Oxydation und Reduktion org. Verbindungen ganz besonders geeignet sein soll. — Die bei der kathodischen Bildung von Dialkyltetrahydrodipyridylenen aus Alkylpyridiniumverbindungen auftretende blaue Farbe beruht nach den neuesten Arbeiten von Bruno Emmert[95]) auf der Bildung freier Radikale. Auch Hans Heinrich Schlubach[96]) beobachtete die Bildung freier Radikale, und zwar an der Kathode bei der Elektrolyse von Tetraäthylammoniumchlorid, Tetramethyl- und Tetra-n-propylammoniumjodid, nicht aber bei Triäthylphenylammoniumjodid, in fl. Ammoniak. — Die schon von Elbs und Brand[97]) vor 20 Jahren durchgeführte kathodische Reduktion des Azetons zu Pinakon hat wegen dessen Beziehungen zum Isopren und damit zum künstlichen Kautschuk heute eine erhöhte Bedeutung erlangt. Die Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer & Co.[98]) wollen die Ausbeute an Pinakon dadurch verbessern, daß sie durch Zusatz von Metallsalzen (Salze von Bi, Hg, Mn, Ni, Sb, Ag, Fe) die Bildung von Isopropylalkohol zurückdrängen. Auch die Verwendung eines Diaphragmas soll sich bei entsprechender Versuchsanordnung erübrigen. Den störenden Einfluß der sich an Bleikathoden bildenden Bleiöle (bleiorg. Verbindungen? d. Ref.) beseitigen sie durch zweckmäßige Anordnung der Kathode mit der wirksamen Oberfläche nach unten. — Die Reduktion von Phenylessigsäure führt an Blei nach C. Marie, R. Marquis und Birckenstock[99]) in einer Ausbeute von etwa 70% zum Phenylazetat des Phenyläthylalkohols, ein Teil des Phenylalkohols wandert an die Anode und fällt dort der Oxydation anheim. — Die Umwandlung von Chloralosen in Dechlorochloralosen nahmen M. Hanriot und André Kling[100]) auf el. Wege vor. — E. Puxeddu[101]) setzte seine Untersuchungen über die Spaltung von Oxyazoverbindungen in

Amine und Aminophenole fort. — H. E. Fierz und P. Weißenbach[102]) reduzierten einige Nitronaphthalinsulfosäuren an Kathoden aus verschiedenen Metallen und erhielten je nach der Art der Sulfosäuren die entsprechenden Amino- oder Hydroxylaminosulfosäuren. — Die Herstellung von Mellithsäure durch el. Oxydation von Ruß oder Kohlen in alkalischen Flüssigkeiten ließen sich Richard Lorenz und Julius Hausmann[103]) patentieren. — Bei der Elektrolyse von alkalischen Lösungen von Methylalkohol und von Formaldehyd hatte Erich Müller[104]) an der Anode die Bildung von Wasserstoff beobachtet. Wie er[105]) jetzt feststellen konnte, bildet dieser sich sowohl bei der el. wie bei der chemischen Oxydation von Aldehyden in alkalischer Lösung neben Säuren. Er nennt diesen Vorgang Dehydroxydation. — Eine Reihe sehr interessanter Arbeiten über das anodische Verhalten organischer Verbindungen liegen von Fr. Fichter und seinen Mitarbeitern vor, mit Rücksicht auf den zu Gebote stehenden Raum können sie hier aber nur erwähnt werden. Gemeinsam mit Franz Ackermann[106]) studierte er die Oxydationsprodukte von Phenolen und Kresolen, zusammen mit Eldor Uhl[107]) die von Benzaldehyd, mit Gérard Bonhôte[108]) die Oxydation der drei Nitrotoluole und mit Robert Brändlin und Ernst R. Hallauer[109]) die Oxydation von Phenyldisulfid, Phenyldisulfiddisulfosäure, Benzol-p-disulfosäure, Benzol-m-disulfosäure und Phenol-2,5-disulfosäure. — Nach Lilienfeld soll sich die Kolbesche Synthese auf Glykokollkupfer ausdehnen lassen, das Äthylendiamin geben soll. Wie F. Fichter und Max Schmid[110]) feststellten, sind die Angaben Lilienfelds[111]) unzutreffend, alle aliphatischen Aminosäuren wurden an der Anode unter Abspaltung von Ammoniak oder Aminen weitgehend oxydiert.

[1]) Chemikerztg. 1921, S 57. — [2]) Chemikerztg. S 873, 917, 942, 965, 981, 992. — [3]) Chemikerztg. 1921, S 20. — [4]) Chem. Weekblad Bd 17, S 433, 441, 450, 461, 482. — [5]) Rev. des produits chim. Bd 22, S 613, 1919. — [6]) Trans. Amer. Electr. Soc. Bd 35, S 239. — [7]) Chem. Metall. Eng. Bd 21, S 436. — [8]) J. Chim. phys. Bd 18, S 3. — [9]) Schweiz. P. 86561. — [10a]) Oe. P. 82166. — [10b]) El. Am. S 459. — [11]) Chem. Trade J. Bd 65, S 703 (1919). — Trans. Faraday Soc. Bd 15, Teil 3, S 134. — [12]) DRP 298991. — [13]) DRP 300021. — [14]) Chem. Eng. Bd 27, S 258 (1919). — [15]) Chem. Metal. Eng. Bd 22, S 201. — [16a]) Rev. des produits chim. Bd 23, S 557. — [16b]) Rev, Gén. El. Bd 7, S 798. — Electr. (Ldn.) Bd 86, S 4. — [17]) J. Physical Chem. Bd 23, S 517. — [18]) J. Americ. Chem. Soc. Bd 41, S 1769. — [19]) Helv. chim. Acta Bd 3, S 347. — [20]) Z. Elchemie S 291. — [21]) Trans. Americ. Electr. Soc. Bd 35, S 371 (1919). — USP 1360700. — [22]) Chem. Metall. Eng. Bd 21, S 680 (1919). — [23]) Z. Elchemie S 153. — [24]) J. Physical Chem. Bd 24, S 230. — [25]) Z. Elchemie Bd 20, S 334. — [26]) USP 1361041. — [27]) DRP 332199. — [28]) DRP 321771. — [29]) DRP 322193. — [30]) DRP 324201. — [31]) DRP 325313. — [32]) DRP 325153. — [33]) DRP 311987. — [34]) DRP 327509. — [35]) J. Chem. Soc. Ind. Bd 39, S 41. — [36]) Helv. chim. Acta Bd 3, S 164. — [37]) Chemikerztg. S 33. — [38]) DRP 305082. — [39]) DRP 305532. — [40]) Helv. chim. Acta Bd 3, S 298. — [41]) DRP 322285. — [42]) DRP 324867. — [43]) Met. Ind. (Ldn.) Bd 17, S 125. — [44]) EP 150116 (1919). — [45]) J. Ind. Engin. Chem. Bd 9, S 233. — [46]) Ebenda Bd 11, S 946. — [47]) Chem. Metal. Eng. Bd 22, S 265. — [48]) Chem. Metal. Eng. Bd 22, S 313. — [49]) Sprechsaal Bd 53, S 420, 433. — [50]) Chem. Metal. Eng. Bd 22, S 280. — [51]) USP 1313834. — [52]) Proc. Nation. Acad. Sc. Washington Bd 5, S 518. — J. Americ. Chem. Soc. Bd 42, S 930. — [53]) Chem. Metal. Engin. Bd 22, S 805. — [54]) Wissensch. Veröffentl. aus d. Siemens-Konzern Bd 1, S 76; s. Chem. Zentralbl. 1921, Bd 2, S 253. — [55]) DRP 314722. — [56]) Giorn. di Chim. Ind. Bd 1, S 157. — [57]) Giorn. chim. appl. Bd 1, S 1. — [58]) Bull. Soc. Chim. de France (4) Bd 27, S 585. — Rev. des prod. chim. Bd 23, S 277. — Bull. Soc. chim. Belgique Bd 29, S 175. — Ind. Chim. Bd 7, S 227. — [59]) Chimie et Industr. Bd 2, S 1303. — [60]) Ind. chim. Bd 6, S 325. — [61]) J. Franklin Inst. Bd 190, S 187. — [62]) J. Ind. Engin. Chem. Bd 11, S 837 (1919). — [63]) Chem. Trade J. Bd 65, S 570. — [64]) C. R. Bd 170, S 811. — [65]) DRP 300722. — [66]) DRP 316214. — [67]) DRP 317502. — [68]) DRP 321287. — [69]) DRP 321772. — [70]) DRP 330079. — [71]) DRP 331040. — [72]) Chem. Metal. Engin. Bd 22, S 299, 353, 411, 455. — [73]) Helv. chimic. Acta Bd 2, S 663. — [74]) Z. f. Wasserversorgung Bd 7, S 70. — [75]) Chem. techn. Wochschr. Bd 2, S 222. — Z. f. kompr. u. fl. Gase

Bd 20, S 85. — [76]) Bull. Soc. encour. indust. nat. Bd 131, S 416. — [77]) Giorn. Farm. Chim. Bd 68, S 7. — [78]) DRP 320606. — [79]) J. Indust. Engin. Chem. Bd 8, S 632 (1916). — [80]) Elektrochem. Zschr. Bd 26, S 109 u. 126; Bd 27, S 5. — [81]) EP 150318. — [82]) EP 150319. — [83]) DRP 326655. — [84]) Chem. News Bd 121, S 14. — [85]) J. Am. Chem. Soc. Bd 42, S 671. — [86]) J. Physic. Chem. Bd 7, S 29. — J. Am. Chem. Soc. Bd 29, S 321. — [87]) DRP 316443, 317403. — [88]) DRP 309260. — [89]) EP 151002. — [90]) DRP 320149. — [91]) DRP 329720. — [92]) EP 150318, 150328, 150334. — [93]) Chem. Metal. Engin. Bd 21, S 663. — Trans. Amer. Electr. Soc. Bd 36, S 337. — [94]) DRP 322600. — [95]) Ber. D. Chem. Ges. Bd 53, S 370. — [96]) Ebenda S 1689. — [97]) Z. Elchemie Bd 8, S 783 (1902). — [98]) DRP 306304, 310023 u. 303303. — [99]) Bull. Soc. Chim. de France (4) Bd 25, S 512. — [100]) Ann. de Chim. (9) Bd 12, S 129. — [101]) Gazz. chim. ital. Bd 50, S 149. — [102]) Helv. chim. Acta Bd 3, S 305. — [103]) DRP 318200. — [104]) Z. Elchemie Bd 20, S 367. [105]) Liebigs Ann. d. Chem. Bd 420, S 241. — [106]) Helv. chim. Acta Bd 2, S 583 (1919). — [107]) Ebenda Bd 3, S 22. — [108]) Ebenda Bd 3, S 395. — [109]) Ebenda Bd 3, S 410. — [110]) Ebenda Bd 3, S 704. — [111]) DRP 147943.

C. Elektrisches Nachrichten- und Signalwesen.

X. Telegraphie.

Telegraphie auf Leitungen. Von Postrat Artur Kunert, Oldenburg (Oldb.). —Telegraphie ohne fortlaufende Leitung. Von Ministerialrat Prof. Dr. Franz Breisig, Berlin.

Telegraphie auf Leitungen.

Von Postrat Artur Kunert.

Allgemeines. Die Ersatzstoffe[1]), die während des Krieges bei der Herstellung isolierter Drähte nach und nach eingeführt wurden, haben mancherlei Nachteile im Gefolge, so die Lackierung der Drähte statt der Verzinnung, die Anwendung einer Mischung von Zinn und Blei statt reinen Zinns, die Isolierung durch Lacküberzug und Papierlagen mit Zeresintränkung usw. — Ulfilas Meyer[2]) berichtet über Untersuchungen, die vom Telegraphenversuchsamt über die Verwendungsmöglichkeit von Aluminium in der Telegraphen- und Fernsprechtechnik angestellt sind. Bei der Verwendung für Leitungen in Kabeln ergaben sich Schwierigkeiten bei der Herstellung der Verbindungen. An verdrillten Verbindungen traten Übergangswiderstände bis zu 10 Ohm auf. Bei Benutzung von Quetschhülsen waren die Übergangswiderstände sehr viel kleiner. Für Leitungsschienen in Maschinen- und Sammlerräumen hat sich Aluminium bewährt. Papierkondensatoren mit Al- statt Zinnfolie zeigten infolge der größeren Leitfähigkeit des Al einen sehr kleinen Verlustwinkel; ob diesem Vorteil eine geringere Beständigkeit gegenübersteht, müssen erst weitere Beobachtungen erweisen. Die mitgeteilten Zahlenwerte zeigen erneut die Wichtigkeit der Unterteilung der Belegungen. — Neuere Angaben über Guttagentzsch[3]) werden veröffentlicht. — Die Welterzeugung an Kautschuk im Jahre 1919 betrug 334000 t. — Der VDE hat Erläuterungen[4]) zu den Vorschriften für den Anschluß von Fernmeldeanlagen an Niederspannungs-Starkstromnetze durch Transformatoren aufgestellt. Die Vorschriften gelten aber nicht für öffentliche Telegraphenanlagen.

Theorie. F. Breisig[5]) untersucht den Verlauf telegraphischer Zeichen in spulenbelasteten Leitungen. Er entwickelt die Endgleichungen für homogene und spulenbelastete Leitungen und zwar jedesmal für die am Ende offene und kurzgeschlossene Leitung, zeigt die grundsätzlichen Schaulinien und weist nach, daß man die el. Eigenschaften pupinisierter Leitungen durch Ausmessung daran aufgenommener Oszillogramme bestimmen kann. — H. Faßbender und E. Habann[6]) behandeln das Verhalten von Freileitungen und Kabeln bei Beanspruchung mit sinusförmigen, ungedämpften Strömen hoher Frequenz. — A. Kunert[7]) hat an einadrigen Seekabeln Wechselstrommessungen bei den Frequenzen 22,5 bis 100 angestellt und die Wellenwiderstände, Leitungskonstanten usw. bestimmt; er gibt Tafeln und Schaulinien für die Abhängigkeit des Widerstandes, der Induktivität, Kapazität und Ableitung, des Wellenwiderstandes und der Fortpflanzungskonstante von der Frequenz. — Auch D. C.

Gall[8]) behandelt die Impedanz von Unterseekabeln. — F. E. Pernot[9]) hat erfolgreiche Telegraphierversuche mit Wechselstrom auf dem Sitka-Seattlekabel über eine Länge von 700 km angestellt. Bei den Messungen ergab sich, daß der Widerstand bei 1300 Per/s um 50% höher ist als bei Gleichstrom, die Induktivität fällt von 1,2 mH/km bei 200 Per/s auf 0,8 mH/km bei 1300 Per/s, die Ableitung stieg mit der Periodenzahl. — A. Poulsen[10]) bespricht die Verfahren von Siemens, Hockin, Petersen, Schönau und Gulstad zur Eingrenzung von Nebenschlüssen hohen Widerstandes in einadrigen Seekabeln und gibt für die anzubringenden Verbesserungen der Meßergebnisse Formeln und Tafeln an. — E. Raymond-Barker[11]) beschreibt ein Verfahren, eine nicht vollständige Bruchstelle mit hohem Übergangswiderstand im Kupferleiter innerhalb der unversehrten Isolierhülle durch gleichzeitige vergleichende Kapazitätsmessungen von beiden Enden mit ungleichnamigen Batteriespannungen einzugrenzen. T. D. Spark[12]) berichtet über seine Erfahrungen bei der Eingrenzung eines ähnlichen Fehlers in Starkstromkabeln. — W. Lienemann[13]) leitet für die Influenzwirkung von Starkstrom- auf Telegraphenleitungen wesentlich vereinfachte Formeln ab, welche die Berechnung der Leerlaufspannung und des Kurzschlußstroms ohne umfangreiche Rechenarbeit und ohne Benutzung von Tafeln in allen vorkommenden Fällen ermöglichen. — Leo Truxa[14]) untersucht die Entladungserscheinungen an einer im Influenzbereich einer Hochspannungsleitung verlaufenden Schwachstromleitung.

Freileitungen. R. Nowotny[15]) berichtet über die Tränkung von Telegraphenstangen mit Basilit oder Ballit nach Malenkovic (JB 1918, S 139). — Bei dem neueren Cobraverfahren[16]) wird den nicht frisch geschlagenen Hölzern die Tränkungsflüssigkeit durch einen Dorn, der bei seinem Rückgang die Flüssigkeit austreten läßt, eingeimpft. Die Fasern sollen durch den schlitzartigen Stich nur auseinandergedrängt werden und nachher wieder in die alte Lage zurückgehen; das Gefüge wird nicht zerstört. Um den Stich bilden sich Kreise von 6 bis 7 cm Durchm. Durch geeignete Wahl der Impfpunkte erreicht man, daß die Stämme vom Rande bis annähernd zur Mitte in der gefährdeten Gegend getränkt werden. Als Impfflüssigkeit wird eine Mischung von 80 Teilen gesättigter Chlorkalziumlösung, 15 Teilen Kaliumchromats und 5 Teilen pulverisierten Kupfers empfohlen. — Rudolf Wahn[17]) leitet unter Verwendung der Arbeitsgleichungen Formeln für verankerte und verstrebte Stangen zur Ermittelung des Ankerzuges und des Stützendrucks ab. — Max Donath[18]) entwickelt Grundlagen für die Berechnung von Isolatorenstützen und stellt Formeln für die Kräfte und Spannungen an den Verbindungsstellen der Stützen mit den Querträgern auf. — E. Rosenthal und F. Singer[19]) schildern neue Prüfungsverfahren zur Ermittelung der mechanischen Eigenschaften des Porzellans und berichten über die erzielten Versuchsergebnisse. Auch W. Demuth[20]) teilt die Ergebnisse seiner Prüfungen an technischem Porzellan mit und macht Vorschläge für eine Vereinheitlichung der Prüfverfahren. — Rudolf Richter[21]) hat Untersuchungen über die Größe und Beständigkeit von Kontaktverbindungen unter besonderer Berücksichtigung des Aluminiums ausgeführt. Schraub- und Lötverbindungen zwischen Aluminium unter sich und mit anderen Metallen lassen sich betriebssicher herstellen. Würge- und Nietverbindungen mit Aluminium sind unzuverlässig. — Eufinger[22]) beschreibt einen Hebeldrahtspanner, der an Stelle des Flaschenzuges zum Anziehen und Nachlassen von Drähten dient. — P. Dunsheath[23]) behandelt einige Besonderheiten des französischen Linienbaues. — Blanke Starkstrom-Niederspannungsleitungen können über Schwachstromleitungen ohne besondere Schutzvorrichtungen hinweggeführt werden, wenn sie bei ermäßigten Ansprüchen als bruchsicher gelten können[24]).

Kabel. Zwischen Leba in Pommern und Tenkitten in Ostpreußen ist ein Seekabel[25]) zur unmittelbaren Verbindung der abgetrennten Provinz mit dem Reiche verlegt und am 4. August in Betrieb genommen worden. Es enthält drei Telegraphenadern, auch die drei Fernsprechvierer sollen zum Tele-

graphieren ausgenutzt werden. Kunert[26]) und E. Müller[27]) berichten über die Verlegung dieses Kabels. — Sonst sind in Europa neue Seekabel zwischen Dover und Ostende[28]), in Italien[29]) zwischen Rom und Genua, Brindisi-Valona-Saseno, Venedig-Triest, Numana (Ankona)-Zara-Insel Oltre und Sizilien-Liparische Inseln, ferner zwischen Syra, Tenedos und Nayara, von Peterhead über Alexandrovsk nach Archangel (bereits 1917) und von Brignogan (Finisterre) nach Porthcurnow (Cornwall)[30]) verlegt worden. — Die neue Kabelverbindung Englands mit Indien (JB 1919, S 145) über Gibraltar, Malta, Alexandrien, Aden nach Bombay ist fertiggestellt[31]). — Die britische Regierung[32]) hat den Kabelbesitz der Direct U. St. Cable Co. gekauft; die Verpachtung dieser Kabel an die amerikanische Western Union Kabelgesellschaft ist rückgängig gemacht worden. — Über die Verteilung der früheren deutschen Kabel[33]) sind starke Meinungsverschiedenheiten zwischen England, Frankreich und Nordamerika, das auf einer unmittelbaren Verbindung mit Deutschland besteht, entbrannt. Eines der beiden Kabel Emden-Horta-New York ist 1917 einerseits nach Penzance, anderseits nach Halifax umgelegt worden (JB 1919, S 145), das andere 1919 nach Brest für eine Verbindung mit New York. Das Kabel Emden-Teneriffa wurde schon 1916 für eine Verbindung Brest-Casablanca-Dakar verwendet, das Kabel Lome-Duala ist unter Benutzung eines Stückes der Strecke Lome-Monrovia nach Accra verlängert worden[30]). — Zwischen Nord-, Mittel- und Südamerika sind verschiedene Kabel gelegt, andere werden geplant[30]). — Die holländische Regierung[34]) hat bei den Norddeutschn Seekabelwerken Nordenham über 3000 km Seekabel für Niederländisch-Indien bestellt. — Von den seit Kriegsbeginn gestörten sechs vieradrigen Kabeln zwischen Deutschland und England sind vier wieder in Betrieb gesetzt worden[34]). — Kunert[35]) beschreibt die Legung und Unterhaltung der deutschen Seekabel. — W. Schönau[36]) teilt mit, wie man zeichnerische Darstellungen über Kabelinstandsetzungen zweckmäßig anzulegen hat, damit sie die Lebensgeschichte des Kabels im Zusammenhange, seine Schwächen und Fehler zeigen. — Die Eastern[37]) Telegraphengesellschaft hat einen neuen Kabeldampfer, Lady Denison-Pender, in Betrieb genommen; er ist 86 m lang, 11,5 m breit, hat 1900 t Kabelladefähigkeit, 5,4 m Tiefgang und eine Geschwindigkeit von 12 Seemeilen in der Stunde. — W. Appel[38]) behandelt die zwischenstaatlichen Abmachungen über den Schutz der Seekabel gegen Beschädigungen durch Grundschleppnetze der Fischdampfer. In Deutschland ist von der Telegraphenverwaltung eine Anweisung zum Schutze der Unterwasser-Telegraphen- und Fernsprechkabel gegen Gefährdung durch Schiffahrt und Fischerei veröffentlicht worden. Die Anweisung beschreibt das Aussehen und die Bauart der Kabel, die Art der Kabellage auf dem Grunde der Gewässer und die Bezeichnung des Kabelverlaufs, stellt die Vorschriften zum Schutze der Kabel zusammen und schildert das Verfahren bei Ersatzansprüchen wegen aufgegebener Schiffs- oder Fanggeräte. — In Amerika hat man mit Erfolg Längen bis zu 600 m eines beschädigten wertvollen Papier-Seekabels aufgenommen, durch Luft und Stromerhitzung getrocknet[39]) und dann wieder verlegt.

Apparate. Belin[40]) hat ein Verfahren zur telegraphischen Bildübermittelung erfunden, das auf der Leitung Antwerpen-Paris den Beweis seiner Brauchbarkeit erbracht hat. Auch zwischen Paris und Lyon sind erfolgreiche Versuche damit angestellt worden; für Textübermittelung von 300 bis 400 Wörtern waren 4 bis 5 min erforderlich. — Montoriol[41]) beschreibt die verschiedenen bekannten Schnelltelegraphen. — M. Mercy[42]) erörtert einige Verbesserungen des amerikanischen Vielfachtelegraphen Western Electric (JB 1919, S 145), der zwischen Paris und London im Betrieb ist. Auf diesen Apparat beziehen sich noch einige weitere Veröffentlichungen[43]). — K. Ammon[44]) regt an, die Gleichlaufregelung für alle Druck- und Schnelltelegraphen eines Amtes zu vereinigen, so daß nicht mehr jeder Apparat mit besonderem Gleichlaufregler ausgerüstet zu werden braucht. — In England wurde ein Sender[45]) auf den Markt gebracht, der auf einer Walze Morsezeichen bildende Metallkontakte enthält: dadurch werden bis

zu 60 bestimmte Mitteilungen, unter Umständen mit verschlossener Bedeutung, gebildet. Die Walze wird nach Auslösung durch ein Uhrwerk gedreht. Jeder Mitteilung wird die Nummer des Senders vorausgeschickt. Das Gerät ist für Bedienung durch Ungeübte bestimmt. — Das Seekabelrelais von Orling[46]) (JB 1918, S 141) wird mehrfach beschrieben. — Th. B. Dixon[47]) hat sich einen Verstärker schützen lassen, der auf verschiedenen atlantischen Kabeln seit mehreren Jahren im Gebrauch ist und die Empfangsgeschwindigkeit um 125% erhöht. Die Verstärkung wird durch die Wirkung von Selenzellen erzielt. Auch die Western Union[48]) Telegr. Ges. hat durch Verstärker die Benutzung eines selbsttätigen Drucktelegraphen zwischen Irland und Neufundland ermöglicht.

Betrieb. Mit der Hochfrequenz-Mehrfachtelegraphie (JB 1919, S 143) beschäftigen sich verschiedene Veröffentlichungen[49]) im In- und Auslande. Nach K. W. Wagner[50]) sind auf einer Leitung Berlin-Magdeburg (150 km) neben einer gewöhnlichen Sprechverbindung zwei Hochfrequenz-Hughesverbindungen eingerichtet. Eine 4 mm starke Bronzeleitung Berlin-Frankfurt (Main) (600 km) wird siebenfach ausgenutzt: neben 6 Hochfrequenz-Siemens-Schnelltelegraphenverbindungen wird noch in gewöhnlicher Weise gesprochen. Die 6 Telegraphierverbindungen leisten im regelrechten Dauerbetriebe bis zu 4000 Buchstaben/min. — G. O. Squier[51]) hat erfolgreiche Versuche angestellt, hochfrequente elektromagnetische Wellen an blanken, ins Wasser versenkten Drähten fortzuleiten; es wurde eine Frequenz von 600000 benutzt, aber bisher wurden nur kleine Entfernungen (etwa 1 km) überbrückt. — Arendt[52]) berichtet über die Verwendung der Erdtelegraphie (JB 1919, S 146) im Kriege. Die Erdtelegraphie ist während des Krieges auch von den Franzosen[53]) viel benutzt worden. — M. Ballet[54]) schildert das Netz der englischen Landtelegraphenkabel und ihren Betrieb und verbreitet sich eingehend über die verwendeten Schaltungen und die Verfahren, die Abgleichung der künstlichen Leitung im Gegensprechbetriebe erstmalig zu erreichen und aufrechtzuerhalten (JB 1918, S 139). Er beschreibt schließlich den Betrieb auf dem Staatskabel Penzance-Halifax, dem früheren deutschen Kabel Emden-Horta-New York (JB 1919, S 145). Penzance ist durch ein 630 km langes Papierkabel mit London verbunden. In Penzance und Fayal (Azoren) sind Übertragungen mit Dipperrelais aufgestellt. Bei diesem Gerät steht mit der Empfangsspule ähnlich wie beim Heberschreiber ein Sattel in Verbindung; an diesem sitzen zwei dünne Drähte, die über die Windungen eines Differential-Senderelais mit dem einen Pol einer Batterie verbunden sind. Der andere Pol ist an einen Elektrolyt (Schwefelsäure) angeschlossen, in den je nach der Drehrichtung der Empfangsspule der eine oder andere Draht eintauchen. Die ankommenden Heberschreiberzeichen werden in London durch einen — nicht näher beschriebenen — Apparat von Judd und Fraser in Wheatstone-Lochstreifen umgeformt und letztere durch einen Creedempfänger in Druckschrift übersetzt. Die Telegraphiergeschwindigkeit beträgt in der Richtung nach Amerika 160, in der Richtung nach London 140 Buchstaben/min. — E. Raymond-Barker[55]) veröffentlicht eine Abhandlung über die »steigende Kabelkonstante«, d. h. die im Laufe der Zeit durch Verbesserung der Betriebsmittel gesteigerte Telegraphiergeschwindigkeit auf langen Seekabeln. — A. Kunert[56]) erörtert nach oszillographischen Untersuchungen an den deutsch-englischen Telegraphenkabeln die verschiedenen Arten der darin auftretenden Induktionserscheinungen und die Mittel zu ihrer Beseitigung. Die Beeinflussungen zwischen den Adern desselben Kabels am sendenden und empfangenden Ende lassen sich durch Übertrager aufheben, ebenso die Induktion zwischen den Adern benachbarter Kabel. Die beobachteten Starkstromstörungen werden hauptsächlich durch die Erdung des Nulleiters begünstigt. Alle Induktionserscheinungen verschwinden beim Betrieb in Doppelleitungen. Will man die Zahl der Absatzwege trotz der Schleifenbildung nicht verringern, so kann man den beiden aus einem vieradrigen Kabel gewonnenen Doppelleitungen nach Art der Doppelsprechschaltung einen dritten Stromweg überlagern und schließlich einen vierten in ähnlicher Weise wie beim gleichzeitigen Sprechen und Telegraphieren

herstellen. Statt der Abzweigspulen usw. können Widerstände mit parallelgeschalteten Kondensatoren benutzt werden. Mit diesen Schaltungen sind zwischen Emden und North Walsham umfangreiche Versuche angestellt worden. Die Richtigkeit der erzielten Ergebnisse wird durch Berechnungen über die Form der ankommenden Zeichen bei derartigen Kunstschaltungen bestätigt. — E. Raymond-Barker[57]) erörtert an der Hand mehrjähriger Beobachtungen die Beeinflussung langer Unterseekabel durch Störungen des erdmagnetischen Feldes und regt im Anschluß daran an, daß Kabelstationen und Kabelschiffe durch die magnetischen Observatorien vor dem Eintreten magnetischer Störungen gewarnt werden sollen. Er empfiehlt, die Warnungen nicht erst nach Durchsicht der photographischen Aufzeichnungen, sondern auf Grund besonderer Beobachtungen der Magnetometer abzulassen, damit sie rechtzeitig eintreffen, und macht Vorschläge zur Vereinfachung der Beobachtungen. — A. C. Booth[58]) gibt ein Verfahren an, bei Wheatstonebetrieb in einfacher Weise die Telegraphiergeschwindigkeit durch einen Versuchsstreifen zu bestimmen. Locht man die Buchstaben abc in ununterbrochener Folge mit je zwei Buchstabenzwischenräumen, so ergibt die Zahl der in 50 s durch den Sender oder Empfänger laufenden Gruppen abc die Telegraphiergeschwindigkeit in Wörtern in der Minute. — Unter der Bezeichnung »Halbbrücken-Duplexsystem« wird eine Anordnung des künstlichen Kabels für den Gegensprechbetrieb langer Seekabel beschrieben, die von dem Japaner Jinzo Kaijura[59]) angegeben und seit 1909 bekannt ist. Durch Einschaltung von Spulen mit hoher Induktivität, Nebenschlüssen usw. wird ermöglicht, daß nur etwa halb so viel künstliche Kabelkasten gebraucht werden wie bei der sonst üblichen Anordnung von Muirhead. Die Kostenersparnis ist bei langen Kabeln erheblich. — In Frankreich beschäftigt man sich mit Versuchen[60]), Wechselstrom-Beleuchtungsnetze zur Stromlieferung für Telegraphenzwecke auszunutzen (JB 1918, S 142). — P. Off. El. Eng. J.[61]) bringt eine gedrängte Übersicht über elektrische Gleichrichter für Sammlerladung, ihre Verwendung bei englischen Anstalten, Kosten, Betriebserfahrungen usw. und an anderer Stelle[62]) vergleichende Zahlentafeln über den Zusammenhang zwischen möglicher Telegraphiergeschwindigkeit und Leitungslängen bei verschiedenen Leitungsarten (Kupfer, Bronze, Eisen, Kabel) und Betriebsweisen.

Verwaltung. Über die Tätigkeit des Telegraphenversuchsamts, das jetzt in dem Telegraphentechnischen Reichsamt aufgegangen ist, in den Jahren 1913 bis 1918[63]) und 1919[64]) liegen ausführliche Berichte vor. — Scheda[65]) behandelt die Aufhebung der Gebührenfreiheiten im Telegraphenverkehr, die am 1. Mai eintrat. — Außer der üblichen Übersicht über das Telegraphenwesen der Welt[66]) sind folgende Berichte über einzelne Länder veröffentlicht, die, soweit nachstehend nicht andere Zeiträume angegeben sind, das Kalender- oder Rechnungsjahr 1918 betreffen: Britisch-Indien[67]), Ceylon[68]), Dänemark[69]), Griechenland[70]), Island[71]), Luxemburg (auch für 1917)[72]), Neuseeland (auch für 1917)[73]), Niederlande[74]), Norwegen (1917)[75]), Österreich[76]), Schweiz (auch für 1919)[77]), Südafrika[78]) und Vereinigte Staaten von Nordamerika (auch für 1917)[79]).

[1]) Anz. f. Drahtind. S 99. — [2]) Ulfilas Meyer, ETZ S 170. — [3]) Kunststoffe S 208. — [4]) ETZ S 1015. — [5]) F. Breisig, Z. Fernmeld. S 146, 161. — [6]) H. Faßbender u. E. Habann, ETZ S 572. — JB drahtl. Telegr. Bd 15, S 407. — [7]) A. Kunert, Tel. u. Fspr.-Techn. Jg 8, S 179, 189. — [8]) D. C. Gall, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 736. — [9]) F. E. Pernot, El. World, Bd 76, S 814. — Z. Fernmeld. 1921 S 71. — [10]) A. Poulsen, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 312. — Tel.- u. Fspr.-Techn. Jg 9, S 67. — [11]) E. Raymond-Barker, El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 709. — [12]) T. D. Spark, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 29. — [13]) W. Lienemann, Tel.- u. Fspr.-Techn. Jg 8, S 173. — [14]) Leo Truxa, Tel.- u. Fspr.-Techn. Jg 9, S 42. — [15]) R. Nowotny, Tel.- u. Fspr.-Techn. Jg 9, S 109. — [16]) ETZ S 635. — Z. Fernmeld. S 110. — [17]) Rudolf Wahn, ETZ S 1005. — [18]) Max Donath, ETZ S 809. — [19]) E. Rosenthal u. F. Singer, ETZ S 705. — [20]) W. Demuth, ETZ S 891. — [21]) Rudolf Richter, ETZ S 345, 368, 386, 409, 433, 449. —

[22]) Eufinger, Tel.- u. Fspr.-Techn. Jg 9, S 163. — [23]) P. Dunsheath, P. Off. El. Eng. J. Bd 12, S 87. — [24]) ETZ S 78. — [25]) ETZ S 656. — Tel.- u. Fspr.-Techn. Jg 9, S 86. — El. Anz. S 626. — El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 178. — [26]) Kunert, Z. Fernmeld. S 177. — [27]) E. Müller, Z. Ver. D. Ing. S 795. — [28]) Electr. (Ldn.) Bd 84, S 506. — [29]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 691. — J. Télégr. S 203; 1921, S 39. — [30]) J. Télégr. 1921 S 1. — [31]) Electr. (Ldn.) Bd 84, S 303. — [32]) Electr. (Ldn.) Bd 84, S 330. — [33]) Electr. (Ldn.) Bd 84, S 611. — [34]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 658. — [35]) Kunert, Verkehrstechn. Jg 37, S 521. — [36]) W. Schönau, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 590. — ETZ S 697. — [37]) J. Télégr. S 188. — Telegr.- a. Teleph. Age S 551. — [38]) W. Appel, Arch. Post Telegr. S 404. — [39]) El. World Bd 76, S 1012. — [40]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 178, 246. — ETZ S 759 nach Le Temps 18/7. — [41]) Montoriol, Ann. PTT. Jg 8, S 324. — Rev. Gen. El. Bd 6, S 912. — [42]) M. Mercy, Ann. PTT. S 180. — [43]) Toupet, Rev. Gén. El. Bd 5, S 416 (nach Ann. PTT. 1918 S 608). — El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 774. — [44]) K. Ammon, Z. Fernmeld. S 154. — [45]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 62. — [46]) ETZ S 513. — Tel.- u. Fspr.-Techn. Jg 9, S 131. — Ann. PTT. S 62. — Génie civ. Bd 76, S 379. — El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 170. — [47]) Th. B. Dixon, Telegr.- a. Teleph. Age S 490, 551. — [48]) Telegr. a. Teleph. Age S 544. — [49]) ETZ S 495. — K. W. Wagner, ETZ S 1025, 1043. — Béla Gáti, ETZ S 518 (mit Erwiderung von K. W. Wagner). — El. Anz. S 425. — Ann. PTT. Jg 8, S 35, 155. — F. B. Jewett, Ann. PTT. Jg 8, S 499. — [50]) K. W. Wagner, ETZ S 706. — [51]) G. O. Squier, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 641. — ETZ S 732. — [52]) Arendt, Tel.- u. Fspr.-Techn. Jg 9, S 141. — ETZ S 1040. — [53]) L'Industrie Electr. S 119. — ETZ S 615. — [54]) M. Ballet, Ann. PTT. S 37. — [55]) E. Raymond-Barker, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 164, 217. — [56]) A. Kunert, Tel.- u. Fspr.-Techn. Jg 8, S 202. — [57]) E. Raymond-Barker, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 793, 825; Bd 86, S 293. — ETZ S 819. — [58]) A. C. Booth, P. Off. El. Eng. J. Bd 12, S 151. — [59]) Kaijura, Telegr.- a. Teleph. Age S 510. — [60]) Ann. PTT. Jg 8, S 447. — [61]) P. Off. El. Eng. J. Bd 12, S 137. — [62]) P. Off. El. Eng. J. Bd 12, S 147. — [63]) Tel.- u. Fspr.-Techn. Jg 9, S 69. — [64]) K. W. Wagner, Tel.- u. Fspr.-Techn. Jg 9, S 1. — [65]) Scheda, Arch. Post Telegr. S 207. — [66]) J. Télégr. S 70, 108. — [67]) J. Télégr. S 90. — [68]) J. Télégr. S 126. — [69]) J. Télégr. S 19. — [70]) J. Télégr. S 143. — [71]) J. Télégr. S 106. — [72]) J. Télégr. S 37. — [73]) J. Télégr. S 39, 197. — [74]) J. Télégr. S 141. — [75]) J. Télégr. S 7. — [76]) H. Hellrigl, El. Masch.-Bau S 105 (Anh. z. Heft 27.) — [77]) Arch. Post Telegr. S 147. — ETZ S 733. — [78]) J. Télégr. S 68. — [79]) El. World Bd 75, S 126, 177. — J. Télégr. S 54. — Ann. PTT. S 178.

Telegraphie ohne fortlaufende Leitung.

Von Ministerialrat Prof. Dr. Fr. Breisig.

Theorie der Antennen. M. Abraham[1]) stellt eine Regel auf, um durch Modelle das Dämpfungsdekrement einer Antenne zu ermitteln. Wenn die Längenabmessungen der Antenne a mal so groß wie die des ihr geometrisch ähnlichen Modells sind, so findet man das Dämpfungsdekrement der Antenne aus dem des Modells, wenn man dem »Erdboden« unter dem Modell bei gleicher Dielektrizitätskonstante eine Leitfähigkeit gibt, die a mal größer als die des Erdbodens unter der Antenne ist.

Howe[2]) gibt Formeln und Tabellen zur Berechnung des Hochfrequenzwiderstandes von geraden Leitern, einlagigen und mehrlagigen Zylinderspulen.

Ein Vortrag von Howe[3]) befaßt sich mit der Frage des Wirkungsgrades von Antennengebilden, besonders mit der Berücksichtigung der dielektrischen Verluste, worunter alle Verluste zusammengerechnet werden, welche außer denen in Leiterwiderständen vorkommen. Das Referat ist nur knapp und läßt die Methode nicht erkennen. Bei mehreren durchgerechneten Stationen ist die aus dem Wirkungsgrad berechnete mittlere Höhe erheblich kleiner als die geometrisch gefundene. Für den Wirkungsgrad ist auch die Wellenlänge von großer Bedeutung. So wird angegeben, daß eine Antenne, die bei 7000 m Wellen-

länge 30% Nutzleistung und 60% im Dielektrikum verlorene Leistung hatte, bei 3000 m Wellenlänge nur 2% Nutzleistung geben würde.

Eccles[4]) leitet einen Ausdruck für den Antennenwiderstand ab. Er zerlegt den Gesamtstrom I in einen Teil i, welcher die Verlustleistung $r i^2$ in der Antenne deckt, und einen Teil j, der die ausgestrahlte Leistung $m j^2$ trägt. Angenähert wird $j = a f I$ gesetzt, wo f die Frequenz, a eine davon und von der Stromstärke unabhängige Konstante ist. Dann ist der Antennenwiderstand, definiert aus dem Werte RI^2 der Gesamtleistung, als Funktion der Frequenz durch eine Parabel mit senkrechter Achse dargestellt, die bei $f = 0$ mit der Ordinate r beginnt, im Scheitel den Mindestwert $R = r\,m/(r + m)$ erreicht und für $f = 2\,r/a\,(r + m)$ wieder den Wert r hat. Für Wellen, deren Länge über der Eigenwelle der Antenne liegt, wie die Annahme der Konstanten a voraussetzt, stimmt der Verlauf mit der Formel überein.

Als Material sind Aufsätze von Hund[5]) und von Press[6]) über die Berechnung von Antenneneigenschaften zu erwähnen.

Gekoppelte Kreise. Bellini[7]) untersucht die Resonanzverhältnisse eines Systems von drei Schwingungskreisen, die einzeln auf dieselbe Wellenlänge abgestimmt und von denen 1 mit 2, 2 mit 3 magnetisch gekoppelt, 1 und 3 ungekoppelt sind. Es ergeben sich zwei Kopplungswellen, aber während im Schwingungsbilde der beiden Kreise 1 und 3 außer den Kopplungswellen auch die Grundwelle vorkommt, fehlt diese bei dem Zwischenkreis.

Burstyn[8]) behandelt die Vorgänge in gekoppelten Systemen, wenn sie mit frequenzfesten Stromquellen (Wechselstromwandlern) oder frequenzlosen (Poulsenbogen, Senderöhren) betrieben werden. Als rechnerisches Hilfsmittel benutzt er das Frequenzdiagramm, eine Austragung der Frequenz auf der z-Achse, des Wirkwiderstandes auf der x-Achse und des Blindwiderstandes auf der y-Achse. Tatsächlich verzichtet er auf die Raumkurve und benutzt nur das Bild in der yz-Ebene von Frequenz und Blindwiderstand. Aus diesem läßt sich die Stromaufnahme ablesen. Eine frequenzfeste Stromquelle nimmt entsprechend dem zur Frequenz gehörenden Widerstand auf; eine frequenzlose stellt sich wahlweise auf die Eigenfrequenzen des Schwingungssystems ein. Koppelt man einen Lichtbogenerzeuger mit einem Wellenmesser, so steigt die Stromstärke im Wellenmesser noch an, wenn die Resonanzfrequenz überschritten ist und zwar geschieht dies verschieden, je nachdem man von langen zu kürzeren Wellen oder umgekehrt geht. Diese Erscheinung wird aufgeklärt.

Versuche und Messungen. Das Telegraphenversuchsamt[9]) berichtet über neue Arbeiten auf dem Gebiete der Funktelegraphie. Vergleiche zwischen verschiedenen Sendeformen an demselben Orte konnten dann am besten gezogen werden, wenn die Erregerstromquelle dauernd arbeitet, die beiden Sender aber abwechselnd erregt werden. Die Stromstärken werden, bei ständiger Rückfrage bei dem Empfänger, solange verändert, bis im Empfänger das Umschalten von einem Sender auf den anderen unhörbar wird. Über Störungsfreiheit bei gedämpften Schwingungen ergab sich, daß bei gleicher Tonhöhe eine fremde Welle noch nicht stört, wenn das Quadrat der von ihr erzeugten Stromstärke kleiner als die Hälfte des Quadrats der aufzunehmenden ist. Bei ungleichen Wellenlängen kommt es darauf an, welche Größe die Teilamplitude der Resonanzkurve der Störung im Vergleich zur Amplitude für die Resonanzstelle der aufzunehmenden Welle hat. Bleibt dieser Wert unter 0,6, so ist die stärkere Station aufnehmbar. Günstiger für die stärkere Station liegt es bei verschiedener Tonhöhe; man kann einen Text noch gegen einen Störer durchhören, dessen Stromstärkenquadrat 10 mal so groß wie das eigene ist.

Bellescize[10]) vergleicht die Empfangsleistung einer fernen Station mit einer von einem Röhrensender am Ort gelieferten Leistung, indem durch zwei in Synchronismus arbeitende Vorrichtungen die beiden Sender abwechselnd erregt und dem Empfangstelephon zwei einstellbare Widerstände abwechselnd parallel geschaltet werden.

Esau[11]) behandelt die Empfangsbedingungen für Wellen verschiedener Erzeugung (tönende gedämpfte, Maschinen, Lichtbogen, Röhrensender) und faßt dahin zusammen, daß die Bedingungen einfach bleiben, wenn es sich um normalen Empfang handelt, d. h. keine nahe Sendestation stört. In der Nähe großer Sendestationen für ungedämpfte Wellen wirken tönende Sender sehr störend. Maschinen- und Röhrensender sind den Bogenlampensendern vom Standpunkt des Empfangs vorzuziehen.

Meißner und Scheiffler[12]) haben für Schaltungen mit Interferenzempfang die Beziehungen zwischen der Hörbarkeit und den beiden interferierenden Strömen untersucht und legen die Ergebnisse in Schaulinien vor.

Minohara[13]) untersucht die Bedingung für Frequenzverdoppelung in ruhenden Transformatoren für zwei Fälle. Soll die Spannung der doppelten Frequenz möglichst sinusförmig sein, so ist das Verhältnis der Gleich- und Wechselstromerregung so zu wählen, daß der Höchstwert der Zunahme des magnetischen Flußes sich zu dem der Abnahme wie 1 : 1,66 verhält. Dagegen wird höchste Leistung erzielt, wenn die Wechselstromamperewindungen die des Gleichstroms bei entgegengesetzter Richtung gerade aufheben, während die Gleichstromamperewindungen für sich das Eisen bis zum Knie der Magnetisierungskurve bringen. Die Kurve der EMK enthält alsdann höhere Komponenten. Für Hochfrequenz eignet sich die erste Betriebsart.

Der Durchschlag einer Gleichstrommaschine für 10000 V beim Betriebe mit einem Funkensender gab Wagner[14]) Veranlassung, die Betriebsvorgänge einer solchen Anordnung theoretisch und experimentell zu untersuchen. Danach kann der Durchschlag auf Resonanzerscheinungen, Wanderwellen und Vorgänge bei der Unterbrechung des Sendestromes zurückzuführen sein. Zur Abhilfe werden Schutzschaltungen beschrieben. Zu dem gleichen Gegenstand ist eine Arbeit von Rogowski[15]) zu erwähnen.

Als Material seien ferner erwähnt eine Mitteilung von Giebe[16]) über den im Bau befindlichen Wellenmesser der Phys. Techn. Reichsanstalt, sowie einige Aufsätze über Wellenfortpflanzung von Bouthillon[17]), Sagnac[18]) und Taylor[19]), von Brillouin[20]) über Hochfrequenzmessungen.

Sendeeinrichtungen. Dornig beschreibt Tastschaltungen für Wechselströme[21]), bei denen es sich darum handelt, eine von dem Generator gelieferte Last nach Wahl auf einen Nutzkreis (Antenne) oder einen Ersatzkreis (Ballast) zu schalten, so daß der Generator dauernd gleich belastet bleibt und daher auf konstanter Frequenz gehalten werden kann. Es sei eine davon skizziert, bei der für Nutzkreis und Ersatzkreis besondere Transformatoren vorgesehen sind, deren Primärwicklungen in Reihe liegen, während die Sekundärwicklungen auf die einzelnen Kreise arbeiten. Jeder Transformator trägt noch eine Hilfswicklung, die so mit den zugehörigen Primärwicklungen verbunden sind, daß in der Ruhelage der Taste das Magnetfeld des Antennentransformators, in der Arbeitslage das des Ballasttransformators aufgehoben wird. Muß aus Gründen der Energieersparnis von Vollast auf Leerlauf getastet werden, so kann dies mit geringen Tastströmen durch eine dritte Wicklung auf einem Transformator bewirkt werden, welche die Permeabilität des Eisens und damit die Eigenfrequenz eines vor dem Frequenztransformator liegenden Zwischenkreises ändert.

Thurn[22]) gibt eine Beschreibung mit Abbildungen der Poulsen-Lorenz-Anlage in Königswusterhausen, die zwei Bogenlampensender, einen zu 4 kW und einen zu 32 kW enthält, von welchen Leistungen jeweils etwa die Hälfte in der Antenne wirksam wird. Getastet werden die Schwingungen durch Vergrößerung der Schwingungsdämpfung. Die Beschreibung geht besonders auf den Aufbau und den Betrieb der Bogensender ein.

Die Telefunkenzeitung[23]) knüpft an die Mitteilung, daß in einem Prozeß zwischen der Marconi-Gesellschaft und der englischen Regierung die Sachverständigen die Bogenlampe für den Verkehr auf große Entfernungen für weniger geeignet als die Hochfrequenzmaschine erklärt haben, Ausführungen aus den Erfahrungen der Telefunkengesellschaft, die dies Urteil bestätigen.

Aus einem Aufsatz von Pession[24]), der den Poulsenschen Sender anscheinend auf Grund von Erfahrungen in der italienischen Marine bespricht, ist zu vermerken, was über die Bedeutung der Zusammensetzung der Gasatmosphäre gesagt ist. Als diese nur 0,4% Sauerstoff enthielt, konnte in einer Antenne ein Strom von 105 A bei $\lambda = 7000$ mit 800 bis 850 V am Lichtbogen erzielt werden. Bei Zutritt von etwas Luft werden 1100 V erforderlich, bei mehr als 1,1% Sauerstoff lassen Strom und Leistung außerordentlich nach. Methylalkohol ist sehr brauchbar, da er keine Kohleabscheidung veranlaßt. Bei großen Bögen (100 kW) ist neben reinem Wasserstoff, der aber teuer in der Anwendung ist, Leuchtgas das beste Mittel, erfordert aber wegen der Kohleabscheidung zwei abwechselnd benutzte Bogenapparate.

Eine zusammenfassende Darstellung von Sendern für ungedämpfte Schwingungen gibt Graf Arco[25]), Dornig beschreibt den 400-kW-Sender für Nauen im einzelnen[26]).

Großstationen. Am 29. September ist die Station Nauen nach Fertigstellung des Ausbaues der A.-G. Drahtloser Überseeverkehr zum Betrieb übergeben worden[27]). Für den Verkehr auf große Entfernungen hat sie eine doppelteilige T-artige Dachantenne, die von zwei Masten von 260 m Höhe und vier Masten von 125 m Höhe getragen wird; sie wird von einer Hochfrequenzanlage von 400 kW Maschinenleistung gespeist. Sie dient in erster Linie dem Verkehr mit den Vereinigten Staaten, gibt aber auch Presseberichte ab und leistet durchschnittlich täglich 9000 bis 10000 Wörter. Für den Empfang aus Amerika ist eine besondere Anlage in Geltow bei Potsdam eingerichtet worden[28]), in der zwei senkrechte Braunsche Rahmenantennen von der Form eines auf die Spitze gestellten Quadrates von 40 m Diagonale im Abstand von 1 m voneinander aufgestellt sind. Jeder Rahmen hat sechs Windungen. Rahmen und Primärspule eines Transformators für lose Kopplung sind mittels eines Drehkondensators auf die betreffende Empfangswelle eingestellt. Auf der anderen Seite wird in ähnlicher Art die Überlagerungsfrequenz zugeführt. Die hochfrequenten Schwingungen werden durch einen vierfachen Satz von Verstärkerröhren verstärkt und gleichgerichtet; die so entstehenden Impulse werden wieder verstärkt, passieren einen akustischen Resonanztransformator und werden wieder gleichgerichtet und so in der Regel dem Empfangsrelais, bei ungünstigen Zeiten dem Fernhörer zugeführt. Der Morseempfänger selbst befindet sich in Nauen, das mittels einer Doppelleitung mit Geltow verbunden ist. Der Sender in Nauen stört den Empfang nicht, weil die Wellenunterschiede (Nauen 12600 m, New Brunswick 13500, Annapolis 17000 km) die Abstimmung auf jede Empfangswelle ermöglichen. — In der Empfangsanlage Geltow werden die Zeichen zweier Sender in Java, je von 80 kW, einer Maschinen- und einer Lampenanlage bei 12000 km Entfernung mittels Morseschreibers aufgenommen[29]).

Telefunken[30]) hat bei Kristiania eine Anlage für 15 kW mit Maschinensender eingerichtet. Die Antenne wird von drei Türmen von 100 m Höhe getragen. Die Teile der Sendeeinrichtung sowie die Empfangseinrichtung werden eingehend beschrieben. Die Anlage kann mit den englischen, französischen und deutschen Großstationen, sowie mit Moskau und Archangelsk verkehren.

Elwell[31]) beschreibt die Entwicklung des Poulsenschen Systems seit der Zeit der Mitwirkung amerikanisch-englischer Firmen. 1909 wurden Stationen in Kalifornien mit dänischen Apparaten von 5 und 12 kW errichtet, 1912 in San Francisco und Honolulu und Arlington Stationen von 30 kW, 1913 eine von 100 kW in Darien (Panama) erbaut. Zu dieser Zeit wurden in Newcastle in Kanada zwei dänische 100-kW-Sender installiert, in Bullybunion in Irland ein Sender von 100 und ein anderer von 200 kW. Während des Krieges wurden Stationen von etwa 100 kW in Hosca, Portsmouth, am Eiffelturm, doppelt so starke 1916 in Lyon, 1917 in Rom und Nantes erbaut; Lyon wurde 1919 auf 350 kW vergrößert.

Roscher[32]) rechnet mit dem Verfasser eines Aufsatzes in »Wireless World« über die Zerstörung der Großstation Kamina ab, der die Großartigkeit der

zerstörten Anlage wider Willen zugeben muß, aber über die Deutschen, die sie aus Kriegsnotwendigkeit zerstörten, hämische Bemerkungen macht.

Es seien kurz erwähnt Mitteilungen über Großstationen in Rom[33]), New York (Centr. Ry.)[34]), Chapultepec[35]).

Bewegliche Anlagen. Ein Aufsatz von Gruner[36]) über Anlagen auf kleinen und mittleren Schiffen empfiehlt für den Regelfall die Anwendung eines tönenden Senders mit 1,5 kW in der Antenne.

Telefunken hat einen Notrufapparat gebaut[37]), der einen automatischen Sender und ein Empfangsrelais als Zusatzapparate zu den gewöhnlichen Apparaten umfaßt. Das Relais spricht nur auf die Signale der Notsender an und schaltet eine Alarmglocke ein.

Für Rettungsboote hat Telefunken einen Apparatsatz hergestellt[38]), der Sender und Empfänger in einem auch beim Gebrauch verschlossen haltbaren Kasten enthält, und als Stromquelle eine von Hand zu drehende Wechselstrommaschine für 500 Per/s. Die Reichweite ist nicht angegeben, nach der Beschreibung kann das Rettungsboot mit anderen Schiffen verkehren, die es erst nach mehrstündiger Fahrt erreichen können.

Angaben über von ihnen angefertigte ortsbewegliche Apparate gehen auch von der Marconi-Ges.[39]), H. W. Sullivan[40]) und der Brit. Thomson-Houston Co.[41]) aus. Über ihre Verwendung in der britischen Handelsschifffahrt spricht Mc Callum[42]).

Anlagen zur Ortsbestimmung. Zu diesem Zweck hatte die deutsche Marine zwei Stationen in Cleve und Tondern errichtet[43]), deren jede aus einem System von Antennen in allen Richtungen der Windrose bestand, später durch Anwendung einer »Ringspule« eine stetige Änderung der Richtung ermöglichte. Diese Stationen sandten alle halben Stunden nacheinander mit 30 Sekunden Pause die Wellen (mittels Löschfunkensender erzeugt) gleicher Frequenz, aber verschiedener Richtung aus und zwar beschrieb der Strahl in einer Minute zweimal einen vollen Kreis. Das empfangende Schiff benutzte eine auf ein bestimmtes Anfangszeichen in Gang gesetzte Stoppuhr, später eine aufzeichnende Uhr; die Richtung ergab sich, wenn der empfangene Ton eine Mindeststärke zeigte. Es gelang, die Richtungen bis auf 1^0 genau zu bestimmen.

Round[44]) berichtet über drahtlose Peilstationen in England. Während des Krieges wurden solche nach dem System von Bellini und Tosi am meisten gebraucht. Sie zeigten anfangs Mißweisungen, die in der Ungleichheit der Antennen und der Abstimmungen ihren Grund hatten. Dauernd blieben solche in der Nachtzeit infolge der atmosphärischen Wellenablenkungen. Verläßliche Ergebnisse konnten nur mit drei und vier Stationen erhalten werden. Für kurze Wellen wurden später auch drehbare Rahmen verwendet.

Funknetze. Im Deutschen Reich wird neben dem Drahttelegraphennetz ein Funknetz geschaffen, in welchem von der Funksammelstelle Berlin die Funkleitstellen in größeren Verkehrspunkten und von diesen kleinere Funkstellen abhängig sind. Daneben besteht ein lediglich für den Empfang gleichlautender Nachrichten dienendes Empfangsnetz. Thurn[45]) beschreibt die Anlage in den Hauptzügen nach der Art der Sende- und Empfangseinrichtungen und den Betriebsvorschriften.

Der Reichsausschuß für ein britisches Weltfunknetz[46]) kommt nach Prüfung der verschiedenen Systeme zu der Entscheidung, daß ein System der Hochfrequenzerzeugung mit Elektronenröhren, dessen Stationen rd. 3000 bis 3500 km Abstand voneinander haben, nach dem gegenwärtigen Stande das empfehlenswerteste sei. Für den Verkehr nach Indien und weiter sind Sender in London, Kairo, Bombay, Singapore, Hongkong, Porth, Port Darwin vorgesehen, für Afrika noch Nairobi und Windhuk. Eine Verbindung von Westkanada mit Australien wird zurzeit noch für unausführbar gehalten.

An dieser Stelle sei als Material ein Aufsatz von Roscher[47]) über die Funktelegraphie in den deutschen Schutzgebieten erwähnt, außerdem eine An-

zahl von Nachrichten der ETZ, die sich auf den großen Funkverkehr beziehen[48]).

Fernsprechen ohne fortlaufende Leitung. Hahn[49]) berichtet über Versuche, in einem über das Deutsche Reich sich erstreckenden Funknetz Nachrichten allgemeinen Inhalts durch drahtlose Telephonie zu verbreiten. Die Wellen werden von Königswusterhausen aus mittels Poulsenschen Lichtbogensenders entsandt. Die Aufnahmen mit Audion und Verstärker war durchweg brauchbar, die mit Detektorempfang versuchte meist nicht ausreichend. Zwischen der Brauchbarkeit der Männer- und Frauenstimme beim Senden besteht kein merklicher Unterschied. Für den Ausfall an aufgenommenen Worten bei verschiedenen Stationen sind außer Luftstörungen Sender mit gedämpften Schwingungen verantwortlich, deren Beseitigung angestrebt wird.

Die Poulsenschen Sender der Station Königswusterhausen, einer für 4 kW, ein anderer für 32 kW, werden nach Aufbau und Betriebsweise von Thurn geschildert.

Die Marconi-Ges.[50]) hat in Chelmsford eine Senderanlage von 15 kW für drahtlose Telephonie geschaffen, die in einigen Abbildungen und Schaltbildern dargestellt wird. Als Stromquelle der Senderöhre dient ein durch zwei Gleichrichter aus einem Transformator mit 10000 V gespeister Kondensator; das Mikrophon arbeitet durch zwei parallelgeschaltete Niederfrequenzverstärker auf das Gitter einer Absorptionsröhre, deren Anodenkreis der Spule im Luftleiter parallel liegt und je nach der Erregung durch das Mikrophon dem Luftleiter Energie entzieht, die in der entsprechend groß gebauten Röhre vernichtet wird.

Alexanderson[51]) gibt eine Gegensprechschaltung für drahtloses Fernsprechen an. Diese wird durch eine Brücke Wheatstonescher Art gebildet, von der eine Diagonale den Weg von der Erde über die Hochfrequenzmaschine und eine Drosselspule zur hochliegenden Senderantenne macht. Ein Paar Brückenarme werden durch die natürlichen Kapazitäten der tiefer liegenden Empfangsantenne gegen die Sendeantenne und gegen Erde gebildet, das zugehörige zweite Paar durch einstellbare Kondensatoren, die in Reihe zwischen Senderantenne und Erde gelegt sind. Die zweite Diagonale mit dem Empfänger erstreckt sich von der Verbindungsstelle der beiden Kondensatoren zur Empfangsantenne.

Arendt[52]) berichtet über Abhören und Erdtelegraphie im Kriege. Abgehört wurde am besten durch Aufnahme der in der Erde sich verzweigenden Ströme mit Hilfe eingesteckter oder eingegrabener Suchleitungen, von denen aus zahlreichen die günstigste ausgewählt wurde. Die Ströme wurden durch Vierfachverstärker hörbar gemacht. Es stellte sich heraus, daß ähnliche Mittel auch auf feindlicher Seite im Gebrauch waren; das Sprechen in vorderster Linie wurde verboten und statt dessen ein Galvanoskoptelegraph benutzt, der mit +- und —Strömen für Morsepunkte und Striche betrieben wurde. Die Abhörapparate wurden als Empfänger für Erdtelegraphie benutzt, bei der ein Summer einen Wechselstrom von 600 bis 1600 Per/s bei etwa 20 W in die Erde schickte.

Über Anwendung der Erdtelegraphie im französischen Heere berichtet ETZ nach französischer Quelle[53]).

Der Aufsatz von Eckersley[54]) über Gegensprechsysteme für Flugzeuge beschäftigt sich in der Hauptsache mit Schaltungsmöglichkeiten, um die Apparate in jedem Augenblicke sowohl zum Sprechen wie zum Hören bereitzuhalten. Dies ist möglich, wenn Senderwellen erst beim Sprechen erzeugt werden, wenn man zwei getrennte und verschieden abgestimmte Luftleiter verwendet oder einen Luftleiter mit gegeneinander ausgeglichenen Zweigen verschiedener Frequenz. Über Versuche auf festem Boden ist der Verfasser noch nicht hinausgekommen.

Den Gebrauch drahtloser Telegraphie und Telephonie auf Luftfahrzeugen während des Krieges bespricht Prince[55]). — Über Apparate für diese Zwecke machen Telefunken[56]) und die Marconi-Ges.[57]) Mitteilungen.

Hilfsapparate. Entladungsröhren. Schäffer[58]) bespricht die Berechnungsart von Senderöhren für größere Leistung und beschreibt einen in der Station Nauen ausprobierten Röhrensender mit 30 Röhren für je 500 W, der mit 10 kW belastet wurde.

Scott-Taggart und Ree[59]) beschreiben einen Röhrensender folgender Anordnung: Die Stromquelle, 110 oder 200 V Gleichstrom, liegt an Kathode und Gitter einer Röhre mit Glühkathode, eine Abzweigung auf einem zur Spannungsteilung an die Stromquelle gelegten Widerstand geht zur Anode. In dieser Abzweigung liegt der zu erregende Kreis. Die Erklärung führt die Wirkung durch an der Anode ausgelöste und zum Gitter gehende sekundäre Elektronen zurück.

Scott-Taggart[60]) beschreibt ein Elektronenrohr, bei dem die Steuerelektrode nahe dem Glühfaden, aber auf der der Anode entgegengesetzten Seite angebracht ist. Sie ist im Beispiel eine Platte von doppelt so großer Fläche wie die Anode (1 cm²), und ihr Abstand vom Faden beträgt 2 mm gegen 9 mm bei der Anode. Die Kennlinien zeigen ein Umbiegen, wenn das Steuerpotential + 2 V geworden ist. Bei einer bestimmten Anodenspannung und Neigung hat die Kennlinie einen Höchstwert bei + 2 V; bei dieser Anordnung ist die Röhre als Detektor für starke Signale besonders geeignet, da beide Halbschwingungen den Anodenstrom herabsetzen. Als Verstärker ist die Röhre nicht so leistungsfähig wie die gewöhnliche Form.

Scott-Taggart[61]) gibt einen Gleichrichter an, in dem zwei zylindrische Elektroden hintereinander auf dem linearen Glühfaden sitzen. Sie sind mit den Polen einer doppelten Sekundärwicklung auf dem Speisetransformator, deren Verbindungsstelle zur Kathode geführt ist, so verbunden, daß sie jeweils entgegengesetzte Polarität erhalten. In der Zuleitung zur Kathode liegt ein von einer Spule hoher Induktivität überbrückter Kondensator. Dieser wird stets in demselben Sinn geladen. Eine andere Form mit Steuergitter dient zur Erzeugung ungedämpfter Schwingungen bei Anwendung von Wechselstrom zur Speisung.

Scott-Taggart[62]) empfiehlt eine Anordnung zur Mehrfachverstärkung, bei welcher im Anodenkreise jedes Verstärkers ein Elektronenrohr mit nur zwei Elektroden liegt, zu dem parallel der Gitterkreis des nächsten Verstärkers abgezweigt ist. Der Vorteil liegt in der leichten Möglichkeit, die durch die Hilfsrohre dargestellten Verzweigungswiderstände durch Änderung der Erregung der Glühkathoden nach Belieben in weiten Grenzen zu ändern. — Andere Aufsätze desselben Verfassers über Verstärkeranordnungen seien als Material erwähnt[63]).

Ein im Plauderstil gehaltener Aufsatz der Telefunkenzeitung über die Fabrikation von Hochvakuumröhren[64]) wird durch zahlreiche Abbildungen über Fabrikations- und Prüfvorgänge technisch wichtig.

Außerdem sind auf dem Gebiete der Verstärkerröhren von Mitteilungen allgemeiner und zusammenfassender Art solche von Eccles[65]), Ettenreich[66]), Gossling[67]), Gutton[68]) zu nennen, theoretischer von Heegner[69]), Fortescue[70]), King[71]), Press[72]), über Versuche und Messungen von H. Abraham und E. Bloch[73]), Alberti und Hüter[74]), Mühlbrett[75]), Glage und Edler[76]).

Kondensatoren. Das Glaswerk Schott & Gen.[77]) berichtet über Minos-Plattenkondensatoren, bei denen als Dielektrikum ein besonderes Glas mit einer Dielektrizitätskonstante 8,5 und einer Durchschlagsfestigkeit von 500000 V/cm bei Plattenform benutzt wurde. Der Verlustwinkel beträgt nur 0,0012 bis 0,0014. Die Kapazität ist von der Frequenz unabhängig. Sie eignen sich daherfür Hochfrequenzbetrieb und wurden im Kriege in zahlreichen Anlagen verwendet.

[1]) M. Abraham, ETZ S 918. — [2]) G. W. O. Howe, El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 25. — [3]) G. W. O. Howe, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 298; Bd 87, S 377. — [4]) W. H. Eccles, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 370. — [5]) A. Hund, El. World Bd 75, S 898. — [6]) A. Press, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 492. — Rev. Gén. El. Bd 7, S 547. — ETZ S 962. — [7]) E. Bellini, L. C. Pocock, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 78, 161. — [8]) W. Burstyn, ETZ S 951. — [9]) ETZ S 873. — Z. Fernmeld. S 101. — [10]) H. de Bellescize, Rev. Gén. El. Bd 7, S 325. — Telegr. u. Fspr.-Techn.

Jg 9, S 19. — [11]) A. Esau, Telefunken-Ztg. Jg 4, Nr 19, S 41. — [12]) A. Meißner u. E. Scheiffler, Z. Fernmeld. S 17, 35. — ETZ S 733. — [13]) T. Minohara, Rev. Gén. El. Bd 7, S 283; Bd 8, S 859. — Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 9, S 132. — [14]) K. W. Wagner, ETZ S 581, 605. — [15]) W. Rogowski, Arch. El. Bd 9, S 191. — [16]) Giebe, Alberti u. Hüter, Z. Instrk. S 120. — [17]) L. Bouthillon, Rev. Gén. El. Bd 7, S 696. — [18]) G. Sagnac, Rev. Gén. El. Bd 7, S 617. — [19]) A. H. Taylor, Rev. Gén. El. Bd 8, S 796. — El. Masch. Bau S 558. — [20]) L. Brillouin, Rev. Gén. El. Bd 7, S 156. — [21]) W. Dornig, ETZ S 367. — [22]) H. Thurn, ETZ S 686. — [23]) Telefunken-Ztg. Jg 4, Nr 16, S 16. — ETZ S 399. — [24]) G. Pession, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 393. — [25]) Graf Arco, Telefunken-Ztg. Jg 3, Nr 17, S 11. — [26]) W. Dornig, Telefunken-Ztg. Jg 3, Nr 17, S 65. — [27]) E. Quäck, Telefunken-Ztg. Jg 3, Nr 17, S 20, 51. — ETZ S 819. — F. Linke, Z. Ver. D. Ing. S 973, 1003. — [28]) A. Esau, Telefunken-Ztg. Jg 3, Nr 17, S 75. — ETZ S 41. — [29]) Telefunken-Ztg. Jg 4, Nr 19, S 45. — ETZ S 141. — [30]) Reichel, Telefunken-Ztg. Jg 4, Nr 21, S 27. — [31]) G. F. Elwell, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 596. — El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 423. — ETZ S 834. — [32]) M. Roscher, ETZ S 116. — [33]) B. Micchiardi, G. Pession u. G. Vallauri, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 445. — [34]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 478. — [35]) Telefunken-Ztg. Jg 4, Nr 20, S 19. — [36]) Chr. Gruner, Telefunken-Ztg. Jg 4, Nr 19, S 50. — [37]) A. Leib, Telefunken-Ztg. Jg 4, Nr 19, S 56. — ETZ S 456. — [38]) Chr. Gruner, Telefunken-Ztg. Jg 4, Nr 21, S 57. — [39]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 350. — [40]) H. W. Sullivan, El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 190. — [41]) British Thomson-Houston Co., Electr. (Ldn.) Bd 84, S 406. — [42]) H. Mac Callum, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 263. — [43]) L. Pungs, ETZ S 922. — [44]) H. J. Round, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 317. — [45]) H. Bredow, ETZ S 75. — H. Thurn, Telefunken-Ztg. Jg 4, Nr 19, S 4; Nr 20, S 15. — El. Umschau S 41. — Roscher, Telegr. u. Fernspr.-Techn. Jg 8, S 162. — ETZ S 534, 593, 716. — [46]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 377; Bd 87, S 42. — ETZ S 17, 495. — [47]) Roscher, Telefunken-Ztg. Jg 4, Nr 21, S 48. — [48]) ETZ S 121, 573, 716, 778. — [49]) W. Hahn, ETZ S 727. — H. Thurn, ETZ S 686. — [50]) Marconi Wireless Tel. Co., Electr. (Ldn.) Bd 84, S 568. — [51]) Alexanderson, El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 681. — Electr. (Ldn.) Bd 85, S 657. — [52]) Arendt, ETZ S 1040. — [53]) ETZ S 615 (n. Ind. El. S 119). — [54]) P. P. Eckersley, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 207. — [55]) C. E. Prince, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 448. — El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 441. — [56]) Telefunken-Ztg. Jg 4, Nr 21, S 60. — [57]) Marconi Wireless Co. of America, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 133. — [58]) W. Schäffer, Telefunken-Ztg. Jg 4, Nr 21, S 20. — [59]) J. Scott-Taggart u. J. Ree, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 602. — [60]) J. Scott-Taggart, El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 261. — [61]) J. Scott-Taggart, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 298. — [62]) J. Scott-Taggart, El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 549. — [63]) J. Scott-Taggart, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 301, 441, 614. — [64]) Telefunken-Ztg. Jg 4, Nr 19, S 14; Nr 21, S 5. — [65]) W. H. Eccles, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 522. — [66]) R. Ettenreich, Helios Fachz. S 461. — [67]) B. S. Gossling, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 494. — [68]) Gutton, Rev. Gén. El. Bd 8, S 425. — [69]) K. Heegner, Arch. El. Bd 9, S 127. — [70]) C. L. Fortescue, El. Rev. (Ldn.) Bd 85, S 700. — [71]) R. W. King, Rev. Gén. El. Bd 8, S 892. — [72]) A. Press, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 35. — [73]) H. Abraham u. E. Bloch, Rev. Gén. El. Bd 7, S 211, 255. — [74]) Alberti u. Hüter, Z. Instrk. 1920, S 121. — [75]) K. Mühlbrett, Z. Fernmeld. 1920, S 179. — [76]) G. Glage u. H. Edler, Arch. El. Bd 9, S 20. — [77]) Helios Fachz. S 159.

XI. Telephonie.

Theorie, Leitungsbau. Von Ministerialrat Prof. Dr. Franz Breisig, Berlin. — Apparate, Fernsprechbetrieb. Von Postrat Karl Höpfner, Berlin.

Theorie, Leitungsbau.

Von Ministerialrat Prof. Dr. Fr. Breisig.

Verstärker in langen Leitungen. Gherardi und Jewett[1]) erörtern die Aufgabe, in lange Fernsprechleitungen Verstärker einzuschalten. Nach Besprechung der Eigenschaften der verwendeten Rohre werden die Schaltungen für das

Gegensprechen für Einrohr- und Zweirohrverstärker beschrieben und für die zweite Anordnung ausführlich die Schwierigkeiten dargelegt, welche die genaue Nachbildung der Leitungen, besonders von ungleichmäßig zusammengesetzten und von pupinisierten findet. Nachdem noch das Vierdrahtsystem besprochen worden ist, wird als Beispiel einer großen Anlage die Viererleitung New York-San Francisco (5470 km) beschrieben, die für die Stammleitungen und den Vierer je sechs Zweirohr-Zwischenverstärker enthält; das Dämpfungsmaß der Leitung, einschließlich der Verluste in den Viererspulen und den angeschalteten Telegraphierkreisen hat ohne Verstärker den Wert 6,9, mit Verstärkern den Wert 2,3. Auf dem Kabel von Boston nach Washington, welches von Boston bis New York und von Philadelphia bis Washington Kupferdrähte Nr 10 Br S (2,59 mm) und zwischen New York und Philadelphia solche Nr 13 (1,83 mm) enthält, ist durch zwei Verstärker in Hartford und Philadelphia das Dämpfungsmaß von ungefähr 3,3 auf ungefähr 1,6 herabgesetzt worden. Es gibt auch Kreise New York-Washington, die ausschließlich Draht Nr 13 und bei 360 km Länge ein Dämpfungsmaß 6,8 haben; dies wird durch vier unterwegs verteilte Zweirohrverstärker auf ungefähr 1,4 herabgesetzt.

Theorie und Messung des Nebensprechens. Lichtenstein[2]) behandelt die Theorie des Nebensprechens in Viererleitungen. Nach allgemeiner Ausführung der Integration wird eine große Reihe von Betriebsfällen erörtert. Die Einzelheiten der wesentlich mathematischen Arbeit entziehen sich der Wiedergabe.

Zur Bestimmung des Nebensprechens verwendet die Cambridge & Paul Instr. Co.[3]) eine Anordnung, bei welcher der störenden Schleife ein Widerstand parallel geschaltet wird; davon wird ein Teil für den unmittelbaren Übergang in den Hörer abgezweigt, der in üblicher Weise zwischen dieser Schaltung und der Verbindung mit der gestörten Schleife ausgetauscht werden kann.

Untersuchungen an Apparaten. Der Aufsatz von Holm[4]) hat zum Teil die Berichtigung des JB 1917, S 135 erwähnten Aufsatzes zum Gegenstand, zum anderen die Berechnung der besten Anpassung nach einer von Plejel angegebenen Methode, endlich erweitert er diese mit Bezug auf Resonanzüberträger.

Jordan[5]) berichtet über Wege zur objektiven Untersuchung von Mikrophonen, besonders solchen für Lautsprecher. Hauptsächlich dient dazu die Messung der Klemmenspannung in Abhängigkeit von Erregerstärke und Periodenzahl. Es stellt sich dabei heraus, daß das Mikrophon ähnlich dem Telephon Resonanzlagen hat. Am günstigsten für den Fall der Lautsprecher ist es, Mikrophone und Telephone ähnlicher Resonanzkurven zu verbinden. Bei der Aufnahme der Kurven mittels Kompensationsverfahrens ergab sich, daß das Mikrophon die Erregerschwingungen verzerrt. Dies wird durch oszillographische Aufnahmen wiedergegeben.

Seibt[6]) beschreibt nach einem Überblick über andere Möglichkeiten, abstimmbare Fernhörer zu bauen, einen eintönigen Fernhörer, dessen Schwingungssystem aus zwei mit Massen beschwerten, durch eine Verspannung fest gekoppelten Membranen besteht. Durch Änderung der Verspannung kann die Eigenfrequenz im Bereich von 450 bis 1400 Per/s geändert werden.

Einwirkung von Starkstromleitungen. ETZ veröffentlicht Leitsätze des VDE[7]) über den Schutz von Fernsprechdoppelleitungen gegen die Beeinflussung durch Drehstromleitungen, nebst Erläuterungen. Letztere lassen sich mit Bezug auf Hochspannungsleitungen eingehend über die Bestimmung des zulässigen Parallelverlaufs, der Verdrillung und über Vorsichtsmaßregeln beim Schalten nach Auftreten von Fehlern aus. Brauns[8]) führt die Grundlagen der Berechnungen näher aus und erläutert sie durch ein Beispiel.

Phelps[9]) berichtet ohne Angabe näherer Einzelheiten, wie Fernsprechleitungen, die durch Kraftleitungen beeinflußt wurden, von den Störungen befreit wurden. Eigenartig ist die Angabe der Störungen in Geräuscheinheiten, von denen eine 300 km lange Kupferleitung 200 ohne Schaden verträgt, eine

Leitung in ländlichen Distrikten gegen 500. In den Beispielen ist gelegentlich von 100 und 1300 Einheiten die Rede.

Schering[10]) behandelt in gemeinverständlicher Form die Einwirkungen von Hochspannungsleitungen auf Fernsprechleitungen. Unter normalen Bedingungen können diese auf eine unschädliche Größe gebracht werden. Bei Wanderwellen treten aber Spannungssprünge auf, welche in den Hörern die schädlichen Knallgeräusche erzeugen. Die Maß- und Zahlenverhältnisse solcher Wanderwellen werden an einfachen Beispielen erörtert und Mittel besprochen, die Wanderwellen durch Unterdrückung des sich immer wiederholenden Erdschlußlichtbogens aufzuheben oder ihre Gefahr (durch Frittersicherung) zu vermindern.

[1]) B. Gherardi u. F. B. Jewett, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 518, 543, 571, 618. — El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 524. — [2]) L. Lichtenstein, ETZ S 188, 208. — [3]) Cambridge & Paul Instr. Co., Electr. (Ldn.) Bd 84, S 92. — [4]) R. Holm, Arch. El. Bd 8, S 371. — [5]) Fr. Jordan, Z. Fernmeld. S 29. — [6]) G. Seibt, ETZ S 625. — [7]) ETZ S 597. — [8]) O. Brauns, ETZ S 604. — [9]) H. S. Phelps, El. World Bd 75, S 833. — [10]) H. Schering, El. Umschau S 2.

Apparate, Fernsprechbetrieb.

Von Postrat Karl Höpfner.

Grundsätzliches über Fernsprechanlagen. Dommerque[1]) behandelt in einer Veröffentlichung über Entwicklungsstudien an Fernsprechanlagen die in der RTV wohlbekannten Netzpläne für Fernsprechanlagen; er entwickelt ein Verfahren zur Vorausbestimmung der in einem Zeitraum von 15 Jahren zu erwartenden Ausdehnung einer Fernsprechanlage und gibt an, auf welchem Wege die jährlichen Ausgaben für eine Fernsprechanlage auf einen Mindestwert beschränkt werden können. — Max Langer[2]) behandelt die Frage des wirtschaftlichen Fernsprechens; er geht darin ein auf die Sätze für Abschreibung und Verzinsung des Anlagekapitals sowie auf die Unterhaltungskosten der Anlage. Derselbe Verfasser[3]) gibt Mittel und Wege an, wie Aufgaben der Fernmeldetechnik zweckmäßig zu lösen sind. — Dommerque[4]) berichtet über Fernsprechverkehrsstudien; er behandelt hauptsächlich die Beamtenbelastung im Handbetrieb, den Verbindungsleitungsverkehr und den Fernverkehr.

Amtseinrichtungen, Handämter. J. Télégr.[5]) bringt einen Auszug aus einer Mitteilung von Townsend an eine Sitzung der Gesellschaft der Telephonisten in London (Teleph. Eng., September 1919, Bd XXII, Nr 3) über den Wert des Hand- und des selbsttätigen Betriebes. Townsend vergleicht darin den Handbetrieb im Fernsprechverkehr mit dem selbsttätigen Betrieb und zeigt an einzelnen Beispielen, wann der Handbetrieb und wann der selbsttätige Betrieb den Vorzug verdient. — Barbarat[6]) berichtet, daß der Dienstleitungsbetrieb den Fernsprechdienst im Pariser Ortsnetz erheblich verzögert, und daß die französische Telegraphenverwaltung deshalb zum halbselbsttätigen Betrieb übergehen will. Die Ausführung dieses Planes ist durch den Krieg verzögert worden. Barbarat wiederholt einen schon 1900 vorgetragenen Plan, den Fernsprechverkehr bis zur Einführung des halbselbsttätigen Betriebes durch den doppelten Anruf- und Schlußzeichenbetrieb zu beschleunigen, den Dienstleitungsbetrieb also durch den Anrufbetrieb zu ersetzen. — Den Nachrichten für Handel, Industrie und Landwirtschaft vom 24. November 1919 nach »Le Temps« vom 11. November 1919 wird entnommen[7]), daß in zwei Pariser Fernsprechämtern Versuche mit selbsttätigen Anrufverteilern angestellt werden. Es handelt sich um Wähler, die die eingehenden Anrufe gleichmäßig auf die verschiedenen Arbeitsplätze verteilen. Eine Anlage dieser Art mit Schrittwählern der S & H A.-G., ist bei dem Fernsprechamt in Leipzig seit 7 Jahren

im Betrieb. Diese Einrichtung, die früher wegen zu hoher Anlagekosten unwirtschaftlich war und deshalb keine weitere Einführung erfahren hat, soll jetzt in Deutschland, nachdem die Angestelltenlöhne von bestimmendem Einfluß geworden sind, weiter eingeführt werden. So soll in Hamburg eine Fernsprechzentrale vollständig mit selbsttätigen Anrufverteilern ausgestattet werden. Weitere Verbesserungen des Pariser Sprechverkehrs betreffen die Übermittlung des Besetztzeichens auf phonographischem Wege.

K. Thieme[8]) behandelt die Kabelführung in Fernsprechämtern; er weist auf die wirtschaftliche Bedeutung hin, die die Anordnung und Verlegung der Innenkabel in Amtseinrichtungen hat, stellt hierfür gültige Grundsätze auf und erläutert sie an einem Beispiel; zugleich bringt er Lichtbilder von Innenkabelzügen mit großer Kabelzahl.

Olivier[9]), Frommer[10]) und Ammon[11]) [12]) beschäftigen sich mit der Zahlenaussprache im Fernsprechbetriebe. Olivier[13]) behandelt die Frage des Findens der Vielfachklinken im Klinkenfelde.

Ammon[14]) behandelt die Frage, weshalb falsche Nummernwiederholungen oft nicht verbessert werden und schlägt vor, Füllwörter einzuschieben, damit falsche Nummernwiederholungen leichter erkannt werden. Derselbe[15]) berichtet über die Olivierschen Vorschläge zur Nummernaussprache im Fernsprechbetrieb und bringt einige Ergänzungsvorschläge. Z. B. sollten nach einem seiner Vorschläge die Nummern im Teilnehmerverzeichnis so gedruckt werden, wie sie gesprochen werden sollen.

Kwaysser[16]) schlägt zur Erleichterung des Fernsprechverkehrs vor, die Nummern der Teilnehmer durch Silben mit bestimmten Vokalen und Konsonanten zu ersetzen — ein Vorschlag, der wegen der eigenartigen Wortgebilde, die dabei zustande kommen, wohl kaum Aussicht auf praktische Verwertung hat.

Arnholz[17]) berichtet über die Organisation technischer Baukolonnen unter Leitung von Telegrapheningenieuren.

Schulz[18]) berichtet im Tätigkeitsbericht des Telegraphenversuchsamts in den Jahren 1913 bis 1918 über eine Einheitsschaltung für B-Plätze im Berliner Ortsnetz.

Selbsttätige Einrichtungen. Kruckow[19]) berichtet über die geschichtliche Entwicklung des Wählerbetriebes in Fernsprechämtern in Deutschland. Anlaß zu diesem Bericht gaben Angriffe in der Tagespresse und in Fachzeitschriften gegen die Reichs-Telegraphenverwaltung wegen Rückständigkeit in der Einführung des Selbstanschlußbetriebes. Kruckow weist überzeugend nach, daß die Reichs-Telegraphenverwaltung früher als alle anderen Verwaltungen des Kontinents Versuche mit dem Selbstanschlußbetrieb angestellt und diese Betriebsart eingeführt hat.

Grabe[20]) (S & H) berichtet auf der Jahresversammlung des VDE in Hannover 1920 über Entwicklungsmöglichkeiten auf dem Gebiete des Selbstanschlußbetriebes. Nach einem kurzen Überblick über die volkswirtschaftliche Bedeutung der Wählerämter werden die allgemeinsten Bedingungen für Wählersysteme aufgestellt; sie sind wirtschaftlicher und technischer Natur. Zur Umsetzung dieser Forderungen in die Wirklichkeit werden drei Aufgabengruppen betrachtet: Verkehrsteilung, Bauart, Schaltung, die sich gegenseitig bedingen. Die Einzelausführungen beginnen mit der Besprechung der Einrichtungen an der Teilnehmerstelle, für welche die besonderen Bedingungen und gebräuchlichsten Lösungen angeführt werden. Daran schließt sich die Besprechung der Vorwahlstufe. Fast alle Überlegungen, die für das ganze Wählersystem nötig sind, treten schon für die Vorwahlstufe auf. Daher werden insbesondere die Gruppierungsfragen an dieser Stelle ausführlich behandelt, woran sich die Grundzüge der Konstruktionen und Schaltungen anschließen. In der Gruppenwahlstufe tritt die Nummernwahl als neues Element hinzu, deren Einfluß auf

die Gruppierung, Konstruktion und Schaltung der Wähler untersucht wird. In allen Überlegungen werden praktisch erprobte Lösungen und Entwicklungstendenzen besprochen und teilweise Ausblicke auf eine mögliche Entwicklung gegeben. — Lubberger[21]) erörtert die Wesensunterschiede der Fernsprechsysteme mit Wählerbetrieb; er behandelt die vier Hauptforderungen aller Wählersysteme: die Nummernwahl, die freie Wahl, die Gruppierung und den Verbindungsaufbau.

Mit dem selbsttätigen System der Western El. Co. beschäftigen sich mehrere Autoren: Im Teleph. Eng. Bd 23, S 23 wird nach Kruckow[22]) über neue amerikanische Wählerämter berichtet. Über die gleichen Amtseinrichtungen berichtet auch der Chefingenieur der englischen Telegraphenverwaltung Noble[23]), der auf einer Studienreise nach Amerika diese Einrichtungen kennen gelernt hat. — Dommerque[24]) beschreibt die Umsetzung der Stromstöße im selbsttätigen Fernsprechsystem der Western El. Co. mit großen Schaltern. Röver[25]) beschreibt die Steuerschalter und Umrechner im Selbstanschlußsystem der Western El. Co. Kruckow[26]) beschreibt eine Prüfmaschine für Nummernschalter in Selbstanschlußapparaten; diese Maschine gestattet, sechs Nummernschalter gleichzeitig einer Dauerprüfung in el. und mechanischer Beziehung zu unterwerfen.

Ammon[27]) bringt Vorschläge für eine übersichtlichere Fingerscheibe, in der die Ziffern durch besondere Kennzeichnung in Gruppen eingeteilt werden.

Fernverkehr, Verstärker. In El. Review[28]) werden die Zweiröhrenzwischenverstärker in Zweidraht- und Vierdrahtschaltung der Western El. Co., die Meßeinrichtungen für Verstärker u. a. m. beschrieben. Bemerkenswert ist darin, daß die Verstärkungsziffer der Western-Verstärker innerhalb eines Frequenzbereiches von 200 bis 2400 unabhängig von der Frequenz ist und daß die Schwächung der Verstärkung durch große Widerstände erzielt wird, die der Gitterseite des Vorübertragers parallel geschaltet sind und gleichzeitig dazu dienen, die Frequenzabhängigkeit des Scheinwiderstandes des durch die Kathodenröhre nicht belasteten Vorübertragers zu beseitigen. Dem Bericht ist ferner zu entnehmen, daß auf einer mit Spulen nicht belasteten Fernleitung aus 4,2 mm starkem Kupferdraht zwischen New York und San Francisco zwölf Zweiröhrenzwischenverstärker eingeschaltet sind. In einer Vorführung war der erste Verstärker vom Endapparat um eine Leitungsstrecke entfernt, die ein Dämpfungsmaß von 7 stand. miles bis zum Fernamt und 5 stand. miles bis zum Teilnehmer hatte. Zwischen je zwei Verstärkern lag eine Leitungsstrecke von 14 stand. miles. Jeder Verstärker arbeitet mit einer Verstärkungsziffer von 12 stand. miles. Ähnlich waren auch die Verstärker in einer Vierdrahtschaltung verteilt: Zwischen zwei Verstärkern 31 stand. miles, 5 stand. miles in der Leitung vom Fernamt bis zum Teilnehmer, 3 stand. miles in der Brückenverzweigung, 15,5 stand. miles von der Brückenverzweigung der Vierdrahtschleife bis zum ersten Verstärker. Die Verstärkungsziffer wird an einer Meßeinrichtung mit Gleichrichter und Galvanometer in Verbindung mit einer Vergleichsleitung gemessen.

Recht bemerkenswert ist auch die ausführliche Beschreibung der Fernsprechverstärker der Western El. Co. von Valensi[29]). Hiernach verwenden die Amerikaner Eingitterröhren mit einem Heizstrom von 1,2 bis 1,3 A, mit einem Gitterpotential von — 9 V und einer Anodenspannung von 130 V; der Anodenstrom beträgt 6 bis 12 mA. Der Glühfaden ist ein kleines Platin-Iridium-Band (6% Iridium mit etwas Rhodium) und ist mit einer Oxydmischung von Barium und Strontium bedeckt. Das Herstellungsverfahren wird genau beschrieben. Diese Oxydflächen zeichnen sich durch eine reichliche Emission, durch lange Lebensdauer und durch Gleichmäßigkeit in der Herstellung aus. Die Oxydkathodenröhren brennen nur mit schwacher Rotglut; ihre Lebensdauer ist größer als 1000 h. Valensi beschreibt fest eingebaute und Schnurverstärker. Bemerkenswert ist die Art und Weise der Abgleichung (Herstellung des el. Gleichgewichts) und die Art der Signalübertragung (mit 25periodigem

Wechselstrom und Relais und mit 133periodigem Wechselstrom ohne Relais, jedoch mit Verstärkung durch die Kathodenröhren). Valensi bringt am Schluß auch eine Berechnung, wann der Vierdrahtbetrieb dem Zweidrahtbetrieb vorzuziehen ist. — Auch Noble[30]) berichtet über amerikanische Einrichtungen für die Telephonie auf große Entfernungen.

Electrician[31]) bringt einen Abdruck der Arbeit von Gherardi und Jewett über die amerikanischen Verstärker im Fernleitungsbetrieb (vgl. JB 1919 S 160). — Pomey[32]) beschreibt die bekannten Schaltungen für den Betrieb von Fernleitungen mit Verstärkerröhren. — M. Latour[33]) bringt in systematischer Entwicklung gleichfalls die verschiedenen Schaltungen für Verstärker in Fernleitungen. — Höpfner[34]) beschreibt die in Stralsund und Malmö für den deutsch-schwedischen Sprechverkehr getroffenen Verstärkereinrichtungen. — J. K. Catterson-Smith[35]) entwickelt Richtlinien für den Bau von Übertragern für Kathodenröhrenverstärker.

Höpfner[36]) berichtet im Tätigkeitsbericht des Telegraphenversuchsamtes über die in den Jahren 1913 bis 1918 mit Fernsprechverstärkern angestellten Versuche.

Mühlbrett[37]) berichtet über die Beseitigung der Rückkoppelungserscheinungen in Verstärkern, namentlich in mehrstufigen Verstärkern. — A. Costabel[38]) beschreibt einige Schaltungen für den Sprechbetrieb in Fernleitungen, die von Wechselstromkraftanlagen beeinflußt werden; hierbei werden Kathodenröhrenverstärker in Schaltungen verwendet, in denen durch die Eigentümlichkeiten der Kathodenröhren das Verhältnis von Sprechstrom zu Störstrom zugunsten des ersteren beeinflußt wird.

Küpfmüller[39]) hat ein Verfahren angegeben, um den Scheinwiderstand langer Spulenleitungen nachzubilden. Er schaltet zur Spulenleitung P eine Anordnung aus Kondensatoren und Spulen hinzu (Abb. 2) und erreicht dadurch, daß die Leitung wie eine gewöhnliche Fernleitung mit Widerständen und Kondensatoren nachgebildet werden kann; d. h. der reelle Betrag des Scheinwiderstandes wird bis nahe an die Grenzfrequenz der Spulenleitung konstant und gleich $\sqrt{L/C}$, während der imaginäre Teil des Scheinwiderstandes nahezu gleich Null wird. Dieses Verfahren wird in Deutschland in den Verstärkerämtern des Fernkabelnetzes zur Anwendung gelangen.

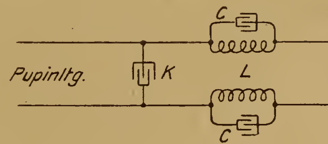


Abb. 2.

K. W. Wagner und Küpfmüller[40]) untersuchen die Unregelmäßigkeiten im Wellenwiderstand von Spulenleitungen und finden die Ursachen dieser Erscheinungen in Unregelmäßigkeiten der Induktivität der Spulen und der Spulenabstände; sie geben Mittel und Wege an, um die Unregelmäßigkeiten auf ein erträgliches Maß zu beschränken. Diese Arbeit hat hervorragende Bedeutung für den Verstärkerbetrieb in Fernkabelleitungen.

Besondere Beachtung verdient auch ein Campbellsches Patent[41]) auf Spulen- und Kondensatorleitungen (wave-filters). In Deutschland waren diese Anordnungen schon aus der grundlegenden Wagnerschen Arbeit bekannt, die im Januar 1915, also vor der amerikanischen Priorität, abgeschlossen und der Redaktion des Arch. El. zur Veröffentlichung übergeben waren. Aus militärischen Gründen mußte die Veröffentlichung leider unterbleiben[42]). Diese Apparatanordnungen haben u. a. auch für den Verstärkerbetrieb große Bedeutung insofern, als es durch Einfügen von Spulenleitungen in die Verstärkerschaltung möglich ist, nur den für die menschliche Sprache wichtigen Frequenzbereich zu verstärken und dadurch die Nachbildung zu erleichtern.

Die Reichs-Telegraphenverwaltung ist im Begriff, Fernsprechverstärker in großem Umfang in den Betrieb zu bringen. In Stolp und Königsberg sind für den Betrieb des Ostpreußenkabels Fernschränke mit Schnurverstärkern dem Betrieb übergeben worden. In Hannover, Stuttgart, Erfurt und Hof sind für den Betrieb langer Leitungen Verstärker zum Teil fest eingebaut worden. In Hannover wird demnächst ein größeres Verstärkeramt in Betrieb genommen werden. In Berlin, Cöln, Düsseldorf, Stuttgart, Leipzig und Frankfurt a. M. werden Schnurverstärkerämter eingerichtet. Für das in der Herstellung begriffene Fernkabelnetz werden größere Verstärkerämter (100 bis 300 Verstärker) in Magdeburg, Brandenburg, Braunschweig, Rotenburg (Hannover), Hannover u. a. m. hergestellt. — In L'Industrie éléctrique[43]) wird nach »Elettrotecnica« über das unterirdische Fernsprechnetz in Italien berichtet, das aber noch keine große Ausdehnung gewonnen hat.

Mehrfachfernsprechen. K. W. Wagner[44]) berichtet über Betriebserfahrungen im Mehrfachfernsprechen mit Hochfrequenz. Diese Betriebsart ist auf folgenden Linien eingerichtet: a) Auf einer Leitung Berlin-Hannover (300 km), b) auf einer Leitung Berlin-Frankfurt a. M., c) auf einer Leitung Berlin-Magdeburg. Die Erfahrungen im Betriebe haben gezeigt, daß sich mittels des Hochfrequenzverfahrens zuverlässige und in jeder Hinsicht vollwertige neue Absatzwege ohne den Bau neuer Leitungen schaffen lassen. Die Reichs-Telegraphenverwaltung wird daher das neue Verfahren nach und nach auf einer Reihe der wichtigsten Verkehrslinien einrichten und erwartet davon eine wesentliche Verbesserung der Verkehrsverhältnisse. Verwendet werden hauptsächlich Apparate der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, daneben auch solche der Deutschen Telephonwerke.

K. W. Wagner[45]) berichtet ferner über denselben Gegenstand in der Jahresversammlung des VDE in Hannover am 25. September 1920. Die von der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie hergestellten neuesten Apparate und ihre Anordnung auf dem Hochfrequenzamt werden vorgeführt.

Die Telefunkenzeitung[46]) bringt ein Referat aus einem Vortrag, den Dr. Mayer von Telefunken im Vortragssaal des AEG-Gebäudes am 4. Juni 1920 über Mehrfachfernsprechen gehalten hat. An anderer Stelle[47]) derselben Zeitschrift werden die Apparate eines Hochfrequenzfernamts und ihre Arbeitsweise beschrieben.

P. Schwarzhaupt[48]) beschreibt in derselben Zeitschrift die Anlage eines Hochfrequenzamts, insbesondere ihre Schaltvorrichtungen, die vom Telegraphenversuchsamt angegebene Einrichtung für den Anruf. An anderer Stelle[49]) derselben Zeitschrift wird die Wirkungsweise des Mehrfachbetriebes mit schnellen Wechselströmen längs Leitungen behandelt.

Die Z. Ver. D. Ing.[50]) berichtet über einen Vortrag über Mehrfachtelephonie mit schnellen Wechselströmen, den Faßbender im Berliner Bezirksverein Deutscher Ingenieure gehalten hat; darin werden vorzugsweise die Apparate der Deutschen Telephonwerke beschrieben.

Denselben Gegenstand behandelt Kollatz[51]).

El. Review[52]) berichtet über die Squierschen Versuche des Telegraphierens und Fernsprechens mit schnellen Wechselströmen auf blanken Drähten, die im Wasser liegen.

Colpitts[53]) (Western El.) und Blackwell bringen eine grundlegende Arbeit über die Verwendung von hochfrequenten Strömen zum Sprechen und Telegraphieren längs Leitungen.

Apparattechnik. J. télégr.[54]) bringt dieselben Beschreibungen der Dämpfungsmeßeinrichtungen (équivalent de transmission) und der Nebensprechprüfeinrichtungen (cross-talk-meter) der Western El. Co., auf die schon im JB 1919 S 162 hingewiesen worden ist. — Loog[55]) berichtet über die Verwendung von Edelgasröhren im Telegraphen- und Fernsprechbetrieb, wo sie als Spannungsreduktoren (Drosselröhren) und als Gleichrichter zum Speisen von Tele-

graphenleitungen, Mikrophonen, Polwechslern, zum Laden von Sammlern unmittelbar aus dem Netz dienen; er behandelt ferner die wirtschaftliche Seite dieser Betriebsart. — Schreiber[56]) bringt die Beschreibung eines Apparats für vollautomatische, selbstkassierende Sprechstellen zum Einwurf mehrerer gleicher Münzen mit selbsttätigem Auswurf vorschriftswidriger Geldstücke.

Fr. Jordan[57]) in Nürnberg veröffentlicht die Ergebnisse von objektiven Untersuchungen an Mikrophonen mit Hilfe der Frankeschen Maschine. — In Rev. Gén. El.[58]) wird über Versuche zur Verwendung technischen Wechselstroms von 42 Per/s zum Anruf von Sprechstellen berichtet. — Belleville[59]) berichtet über die Benutzung einer Sprechleitung als Lichtleitung und umgekehrt.

Im Electrician[60]) wird das lautsprechende Telephon der Western El. Co. beschrieben, das sich durch große Lautwirkung und Klarheit der Sprache auszeichnen soll. In derselben Zeitschrift[61]) wird ein Endverschluß für Fernsprechleitungen mit horizontal liegender Klemmentafel beschrieben. — Die Haltephon-Gesellschaft bringt einen Hilfsapparat für Fernsprechstellen auf den Markt[62]). Die Vorrichtung gestattet, die Benutzung des Fernsprechers ohne Benutzung der Hände. Das Mikrotelephon wird in einen Metallständer eingelegt und so ausgerichtet, daß man ihm leicht das Ohr nähern kann. Wurm[63]) bezweifelt die Zweckmäßigkeit dieser Einrichtung.

Seibt[64]) beschreibt einen marktfähigen, abstimmbaren Fernhörer mit einem Frequenzbereich von 450 bis 1400 Schwingungen in der Sekunde. — Ammon[65]) behandelt die Frage der Verbilligung wenig benutzter Fernsprechanschlüsse und geht auf die Gesellschaftsanschlüsse ein. Er[66]) schlägt ferner vor, die Auskunftserteilung im Fernsprechbetrieb gegen Entgelt zu erweitern. — Die ETZ[67]) druckt die Vorschriften für den Anschluß von Fernmeldeanlagen an Niederspannungs-Starkstromnetze durch Transformatoren (mit Ausschluß der öffentlichen Telegraphen- und Fernsprechanlagen) ab. — Ammon[68]) behandelt die Frage der Einstellung der Fernhörer; er hält es für zweckmäßig, daß die Fernhörer schon in der Fabrik so gut wie möglich fest eingestellt werden. — Der gleiche Verfasser[69]) behandelt an anderer Stelle die Sprache der Fernmeldetechnik. — Lubberger[70]) beschäftigt sich mit der Darstellung verwickelter Stromläufe; hierzu äußern sich Ammon und Röver[71]), Merk, Neuhold, Kruckow, Beckmann[72]), M. Langer, Stolterfoht[73]), O. Schmidt[74]).

Dem Tätigkeitsbericht des Telegraphenversuchsamtes 1919 ist zu entnehmen[75]), daß ein neuer Fernhörer von Seibt erprobt worden ist, der sich durch eine um $\beta l = 0{,}7$ größere Reichweite auszeichnet. Die Polschuhe sind aus dünnen, aufeinander geschichteten Blechen aus hochlegiertem Eisen zusammengesetzt; die Membran besteht gleichfalls aus hochlegiertem Eisenblech; sowohl der permanente Magnet als auch die Polschuhe sind an ihren Auflageflächen vollkommen geebnet; die Polschuhe haben Vorsprünge, die einen magnetischen Nebenschluß zum Dauermagneten bilden und den Wechselkraftfluß erleichtern sollen. Ferner sind im Telegraphenversuchsamt Versuche mit Brömserschen Mikrophonen angestellt worden, deren Membranen kleiner und dünner als die der gewöhnlichen Mikrophone sind; infolgedessen liegt ihre Eigenschwingungszahl höher; die Sprachübertragung soll deutlicher sein. Bemerkenswert sind ferner die im Telegraphenversuchsamt angestellten Dämpfungsmessungen an reichseigenen Nebenstellenanlagen und an Fernämtern, ferner die Sprechversuche mit dem Poulsenschen Telegraphon, die Einführung eines Siemensschen Summers als Wechselstromquelle für Wechselstrom-Prüfeinrichtungen, die Aufstellung von Bedingungen für Doppelsprech-Ringübertrager.

Küpfmüller[76]) berichtet über ein Verfahren zur Erleichterung der vergleichenden Dämpfungsmessung.

Umfang des Fernsprechverkehrs. Hellrigl[77]) berichtet über die Entwicklung des staatlichen Fernsprechverkehrs in Österreich auf Grund der verspätet herausgegebenen offiziellen Jahresstatistik des österreichischen Post- und Tele-

graphenwesens im Jahre 1917. — Derselbe Verfasser[78]) berichtet ferner auf Grund der letzten Jahresberichte der Am. Telegr. and Teleph. Co. für 1917 bis 1918 über die Entwicklung des Bell-Telephon-Systems in Nordamerika. Dem Berichte wird entnommen, daß der Weltkrieg auch hier hemmend gewirkt hat, daß im Jahre 1918 wie noch nie Schwierigkeiten durch die vom Krieg hervorgerufene Verkehrszunahme besonderer Art und durch Personalentziehungen entstanden sind. Bemerkenswert ist die starke Zunahme der sog. Phantomkreise, von der Hellrigl annimmt, daß sie mit der Multiplex-Telephonie zusammenhängt.

Im Electr. (Ldn.)[79]) wird über die Wirtschaftlichkeit des englischen Fernsprechdienstes in den Kriegs- und Nachkriegsjahren berichtet. Auch in England war es u. a. notwendig, die Pauschgebühren abzuschaffen und die Einzelgesprächsgebühren zu erhöhen, um die vom Krieg verschuldete Unwirtschaftlichkeit des englischen Fernsprechdienstes zu beseitigen. Dieselbe Zeitschrift bringt einen Bericht des P. O. Eng. Departments[80]) über die Entwicklung des englischen Telegraphen- und Fernsprechdienstes in technischer Beziehung; darin wird u. a. näher eingegangen auf die Anlage eines großen unterirdischen Fernsprechnetzes, auf die Verwendung von Spulen und Verstärkern in Fernleitungen, auf den selbsttätigen Fernsprechbetrieb und auf das Vielfachsprechen mit schnellen Wechselströmen.

[1]) F. J. Dommerque, Z. Fernmeld. S 65, 99. — [2]) M. Langer, Z. Fernmeldet. S 233. — [3]) M. Langer, Z. Fernmeldet. S 184. — [4]) F. J. Dommerque, Z. Fernmeldet. S 123. — [5]) J. Télégr. S 17. — [6]) J. Télégr. S 65. — [7]) ETZ S 242. — [8]) K. Thieme, Z. Fernmeldet. S 57. — [9]) Olivier, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 9, S 14. — [10]) Frommer, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 10, S 12. — [11]) Ammon, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 9, S 13. — [12]) Ammon, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 9, S 95. — [13]) Olivier, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 10, S 23. — [14]) Ammon, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 9, S 150. — [15]) K. Ammon, Helios Fachz. S 256. — [16]) E. Kwaysser, Helios Fachz. S 358. — [17]) Arnholz, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 9, S 198. — [18]) Telegr. u. Fernspr.-Techn. Jg 9, S 69. — [19]) A. Kruckow, ETZ S 305. — [20]) Grabe, ETZ S 806, 829, 1043. — [21]) Lubberger, Z. Fernmeldet. S 2. — [22]) ETZ S 533. — [23]) Noble, Ann. PTT März 1921 S 13. — [24]) F. J. Dommerque, Z. Fernmeldet. S 213. — [25]) W. Röver, Z. Fernmeldet. S 97. — [26]) Kruckow, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 9, S 107. — [27]) Ammon, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 9, S 181. — [28]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 807. — [29]) Valensi, Ann. PTT März 1921, S 63. — [30]) Noble, Ann. PTT März 1921. — [31]) B. Gherardi u. F. B. Jewett, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 517, 543, 618. — [32]) J. B. Pomey, Rev. Gén. El. Bd 7, S 665. — [33]) M. Latour, Rev. Gén. El. Bd 7, S 359. — [34]) Höpfner, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 9, S 126. — [35]) J. K. Catterson-Smith, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 388, 414. — [36]) K. W. Wagner, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 9, S 69. — [37]) K. Mühlbrett, Z. Fernmeldet. S 179. — [38]) A. Costabel, Rev. Gén. El. Bd 7, S 26. — [39]) DRP 330964. — [40]) K. W. Wagner u. Küpfmüller, Arch. El. Bd 9, S 135. — [41]) Engl. Patent 142115 vom 21. April 1920, amerik. Priorität vom 15. Juli 1915. — [42]) K. W. Wagner, Arch. El. Bd 9, S 61. — [43]) ETZ S 593 nach Ind. él. Bd 29, S 178. — [44]) K. W. Wagner, ETZ S 706. — [45]) K. W. Wagner, ETZ S 1025, 1043. — [46]) Telefunken-Ztg. Jg 4, Nr 21, S 67. — [47]) Telefunken-Ztg. Jg 4, Nr 21, S 63. — [48]) P. Schwarzhaupt, Telefunken-Ztg., Jg 4, Nr 20, S 7. — [49]) Telefunken-Ztg., Jg 4, Nr 20, S 5. — [50]) Z. Ver. D. Ing. S 458. — [51]) C. W. Kollatz, El. Anz. S 49, 57. — [52]) El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 710. — [53]) E. H. Colpitts u. O. B. Blackwell, J. Inst. El. Eng. 1921 Nr 4, S 301, 410. Ann. PTT, Juni 1921, S 283. — [54]) J. Télégr. S 33. — [55]) Loog, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 9, S 105, 123; Jg 10, S 33. — [56]) Schreiber, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Jg 10, S 53. — [57]) Jordan, Z. Fernmeldet. S 29. — [58]) Rev. Gén. El. Bd 8, S 215. — [59]) J. Belleville, Rev. Gén. El. Bd 8, S 779. — [60]) Electr. (Ldn.) Bd 84, S 300. — [61]) Electr. (Ldn.) Bd 84, S 301. — [62]) ETZ S 279. — [63]) Wurm, Z. Fernmeldet. S 209. — [64]) G. Seibt, ETZ S 625. — [65]) Ammon, Z. Fernmeldet. S 23. — [66]) Ammon, Z. Fernmeldet. S 109. — [67]) ETZ S 1015. — [68]) Ammon, Z. Fernmeldet. S 94. — [69]) Ammon, Z. Fernmeldet. S 181. — [70]) F. Lubberger, Z. Fernmeldet. S 77. — [71]) K. Ammon u. W. Röver, Z. Fernmeldet. S 131, 132. — [72]) F. Merk, E. Neuhold, F. Kruckow, K. Beckmann, Z. Fernmeldet. S 185—89. — [73]) M. Langer u. O. Stol-

terfoht, Z. Fernmeldet. S 199, 201. — [74]) O. Schmidt, Z. Fernmeldet. S 242. — [75]) K. W. Wagner, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. S 21. — [76]) Küpfmüller, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. S 87. — [77]) Hellrigl, El. Masch.-Bau S 105 (Heft 27, Anz.). — [78]) Hellrigl, El. Masch.-Bau 1920, S 13 (Heft 4, Anz.). — [79]) El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 839. — Electr. (Ldn.) Bd 86, S 39. — [80]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 231.

XII. Elektrisches Signalwesen, elektrische Meß- und Registrierapparate und Uhren.

Eisenbahnsignalwesen und Zugdienst. Von Ober-Regierungsbaurat Roudolf, Berlin. — Schiffahrts-, Sicherheits- und Betriebssignale; Anzeige- und Meßapparate für nichtelektrische Größen. Von Postrat Dr. Ulfilas Meyer, Berlin.

Eisenbahnsignalwesen und Zugdienst.

Von Ober-Regierungsbaurat Roudolf.

Signale und Stellwerkwesen. Kemmann[1]) beschreibt im Anschluß an die früheren Veröffentlichungen den bei der Berliner Hoch- und Untergrundbahn eingeführten el. Weichenantrieb nebst Überwachungs- und Verriegelungseinrichtungen unter Zugrundelegung des Hakenschlosses der preußisch-hessischen Einheitsform und des neuesten el. Antriebes der Bauart S & H. Besondere Beachtung verdienen die Stromlaufübersichten und die Einzelheiten des der Westinghousebauart nachgebildeten el. Kraftstellwerkes. — Arndt[2]) behandelt die bei einem el. Stadt- und Vorortschnellverkehr an die el. Signalanlagen zu stellenden Bedingungen, die Triebströme innerhalb der isol. Blockstrecken, die isol. Blockstrecke mit deren Nebeneinrichtungen und den Entwicklungsgang selbsttätiger el. Streckenblockanlagen. — Tiddemann und Tobler[3]) beschreiben ein neues, auf der Great Eastern Railway eingeführtes Führerstandsignal, mit dem die beiden nicht zu verwechselnden Signale »Freie Fahrt« (kurzes Glockenzeichen) und »Halt« (kurzer Pfeifenton) bei Vorbeifahrt am Vorsignal erteilt werden. Eine in der Mitte des Gleises isoliert und parallel zu den Schienen angebrachte Gleitschiene betätigt eine an der Lokomotive angebrachte Steuereinrichtung, welche beim Bestreichen der Gleitschiene etwas angehoben wird. Die Steuereinrichtung steht mit der Luftleitung des Zuges bzw. der Lokomotive und mit einem Elektromagnetsystem derart in Verbindung, daß bei Haltstellung des Signals und stromloser Gleitschiene, mithin auch stromlosem Elektromagnet, die Luftleitung geöffnet wird und die Pfeife ertönt, während bei Fahrstellung des Signals die stromführende Gleitschiene und der stromdurchflossene Elektromagnet durch Festhalten seines Ankers ein Öffnen der Luftleitung verhindern. Die Einrichtung scheint jedoch nur in Gegenden, in denen es nicht friert, verwendbar zu sein. — Reuleaux[4]) behandelt einen von Möllering gehaltenen Vortrag über Mittel zur Verhütung des Überfahrens der Haltsignale, nach welchem den Führerstandsignalen, die die Vorbeifahrt am Vorsignal anzeigen, der Vorzug vor hörbaren Streckensignalen zu geben ist. Möllering kommt zu dem auch von den preußisch-hessischen Signaltechnikern erzielten Ergebnis, daß man dem Lokomotivführer lediglich den Standort des Vorsignals anzeigen, aber darauf verzichten solle, ihm etwa die Stellungen des Hauptsignals anzugeben. Es wird weiter auf die erfolgreiche Weiterbildung der Führerstandsignale und der selbsttätigen Bremsung amerikanischer Bahnen verwiesen.

Halle[5]) beschreibt eine Lichtsignaleinrichtung für eingleisige Straßen- und Kleinbahnstrecken, bei der nur ein Längsdraht neben der Oberleitung erforderlich ist. Die Einrichtung hat an jedem Ende der eingleisigen Strecke 2 Fahr-

drahtkontakte, je ein rotes und grünes Lichtsignal und ein Doppelrelais. Bei eingleisigen Strecken mit dichter Zugfolge in der gleichen Richtung findet ein Gemeinschaftsrelais mit 4 Verbindungsleitungen zwischen den Endpunkten der eingleisigen Strecke Verwendung. Gewecke, Kollatz und Repow[6]) beschreiben eine drahtlose Meldeeinrichtung zur Verhütung des Überfahrens von Haltsignalen, welche von der Telefunkenges. Berlin auf der Strecke Berlin-Zossen versuchsweise ausgeprobt wird. Der Lokomotivführer wird auf die Vorbeifahrt am Vorsignal durch ein hör- und sichtbares Zeichen aufmerksam gemacht. Die Einrichtung arbeitet mit Ruhestrom. In einem bestimmten Abstand vom Vorsignal ist im Gleis ein durch ein Eisenrohr geschützter Drahtrahmen von 3 m Länge und 0,5 m Breite befestigt. In Höhe der Achsen der Lokomotive ist ein Wellensender angebracht. Überfährt die Lokomotive den Drahtrahmen, so wird dem Schwingungskreis auf der Lokomotive soviel Energie entzogen, daß ein Relais anspricht, welches die Einschaltung einer Hupe und einer el. Glühlampe bewirkt. Der Lokomotivführer kann durch Drücken eines Schaltknopfes die Einrichtung abschalten und in die Grundstellung bringen. — Angeraus[7]) funkentelegraphische Übertragung von Eisenbahnsignalen auf Züge ist auf einigen französischen Bahnen ausgeprobt. Die Signale werden nach einem Verfahren, das in Deutschland erprobt und verlassen ist, auf die Lokomotive übertragen. Neben den Schienen läuft eine durch einen Hammerinduktor gespeiste Streichschiene als Antenne. Die Lokomotive schaltet bei Vorbeifahrt an dieser den Sender ein oder aus. Eine Empfangsantenne am Fahrgestell der Lokomotive erregt einen Kohärer, der mit einem Relais, Lichtsignal oder einer Pfeife in Verbindung steht. Die Einrichtung hat Mängel, einmal die mechanische Ein- und Ausschaltung des Senders, sodann die Benutzung von Kohärern. — Jüdel[8]) beschreibt den auf den bayerischen und neuerdings auch auf den preußischen Bahnen eingeführten auslösbaren Verschluß für Schutzweichen, die zwischen zwei Hauptgleisen für entgegengesetzte Fahrrichtung liegen. Bei der einen Fahrt ist die fragliche Weiche in Schutzstellung verschlossen. Bei Zulassung beider Fahrten (d. h. einer Ausfahrt und einer Einfahrt) wird der Weichenverschluß für die Ausfahrt durch ein Gleissperrsignal bewirkt. — Roudolf[9]) beschreibt seinen zerlegbaren Eisenbetonschutzkanal für unterirdische Drahtzugleitungen und Kabel. Der Kanal besteht aus U-förmigen, in etwa 2 m Abstand verlegten Stützstücken, die an ihren vier Ecken ein ausreichendes Auflager haben und mittels halbkreisförmiger Nuten eine sichere Führung für die Seitenplatten geben. Stützstücke und Seitenplatten werden in einfachster Form durch geriffelte, eisenarmierte Betonplatten abgedeckt. Der Kanal zeichnet sich durch Billigkeit, leichte Verlegbarkeit, leichte Zugänglichkeit aus. Der Kanal kann gleichzeitig Drahtzugleitungen und Kabel aufnehmen. — Martini[10]) teilt die für die Eisenbahnsicherungsanlagen in Betracht kommenden Bestimmungen, die zur Verhütung von Betriebstörungen durch Frost und Schnee herausgegeben sind, mit. — Möller[11]) beschreibt das el. Rangierstellwerk der AEG, die Schaltungsarten, Stromlaufübersichten und die Weichenhebelsperre dieser Bauart. — Reuleaux[12]) beleuchtet die Abhandlung R. Edlers über die Entwicklung des Blockplanes aus der Verschlußtafel und den Schaltplan unter Zugrundelegung preußischer und österreichischer Blockanlagen mit dem Hinweis, daß eine genaue Kenntnis und ein leichtes Verfolgen der verwickelten Blockschaltungen nicht nur Sache des Blockingenieurs, sondern auch des Betriebsfachmannes sein muß. — Helios[13]) bespricht eine Sicherung für Eisenbahnklappbrücken, bei der die Abhängigkeit zwischen der Brücke und deren Deckungsignalen durch vier hydraulische Sperrklinken und der Zug- und Schiffsverkehr sowie die Benutzungszeiten der Brücke mittels el. Registriereinrichtungen mit Halbsekundenpendel der Bauart S & H überwacht wird. — Eggles[14]) beschreibt die Kraftstellwerkanlage der Station Viktoriastraße Bauart Westinghouse in London nebst deren Außenanlagen, Brückensignalen und sonstigen Signalen für Kehrzüge usw. — Perlewitz[15]) beschreibt einen el. Heizkörper für Eisenbahnweichen, der die bei starkem Schneefall und

Frost eintretenden Störungen und das Festfrieren von Weichenzungen und deren Stellvorrichtungen verhindern und die Kosten für Schnee- und Eisbeseitigung in den Weichen beträchtlich verringern soll. Die New Yorker Zentralbahn hat seit 1918 derartige Heizvorrichtungen mit Heiztemperaturen von 100 bis 135° über Außentemperatur eingebaut. — Arndt[16]) behandelt eine auf Bahnhof Herne i. Westf. seit 1914 im Betriebe befindliche selbsttätige el. Ablaufanlage der Bauart S & H. Im Gegensatz zu sonstigen Ablaufanlagen mit Rangierstellwerken, bei denen jeder Wagenablauf einzeln behandelt und bis zum merkzeichenfreien Verlauf beobachtet werden muß, ist hier die Bedienung eines Gleisverteilers, der am Brechpunkt des Ablaufberges steht, die einzige Handhabung. — Martini[17]) behandelt die Einheitsform und die neue Zeichnung des Wechselstrom- und Gleichstromblockfeldes für die el. Fahrstraßenfestlegung. — Dalmady[18]) verweist auf die Entwicklung des Eisenbahnsicherungswesens in Ungarn. — Martini[19]) gibt einen Erlaß des RVM bekannt, nach dem das »Ablaufsignal mit Außenbeleuchtung« der Bauart Roudolf allgemein zu verwenden ist, wenn nicht im Einzelfalle besondere Gründe für die Bauart mit el. Innenbeleuchtung sprechen.

Eisenbahntelegraphen- und Fernsprechanlagen. Thurn[20]) gibt beachtenswerte Mitteilungen über die Fortschritte in der Anwendung der drahtlosen Telegraphie und Telephonie im Eisenbahndienst. — Nasarischwily und Kruckow[21]) beschreiben einen auf der Kaukasusbahn versuchsweise verwendeten Telephonograph für den Eisenbahnbetrieb, bei dem die Schienen zur telephonischen Übertragung von Signalen an den Lokomotivführer mit Hilfe von Verstärkerröhren und Lautsprechern benutzt werden. — Grothe[22]) hat für die Berechnung der Durchhänge von Freileitungen an Stelle der bisherigen analytischen und graphischen Verfahren ein solches mit normalen Grundgleichungen eingeführt. In sehr übersichtlichen Tabellen sind die Koeffizienten für Wärmeausdehnung, elastische Dehnung, Eigengewicht, Eislast, maximale Beanspruchung usw. zusammengestellt. — Verstegen[23]) beschreibt eine neue Einrichtung und Schaltung zum Messen der Zuggeschwindigkeiten. Die Einrichtung besteht aus einem Schienenstromschließer am Beginn der Meßstrecke und aus einer isolierten Schienenstrecke mit Schienenstromschließer am Ende der Meßstrecke. Unabhängig von der Länge der Züge wird auf einem Papierstreifen die Fahrzeit zwischen den beiden Schienenstromschließern aufgezeichnet.

[1]) G. Kemmann, Zschr. Kleinb. S 269, 392 u. 438. — [2]) Arndt, Zschr. Fernmeldetechn. S 150, 193. — [3]) Tiddemann u. Tobler, ETZ S 879. — Schweiz. Bauztg. Bd 75, S 201. — [4]) Reuleaux, Möllering, ETZ S 200. — [5]) Halle, Mitt. AEG S 6. — [6]) Gewecke, Kollatz u. Repow, ETZ S 573. — Telefunk.-Ztg. Jg 4, Nr 20, S 56. — El. Anz. S 233. — [7]) Angerau, ETZ S 473, 557. — Rev. Gén. El. Bd 7, S 506. — [8]) Jüdel, Zschr. Eisenb.-Sich.-Wesen S 3, 97. — [9]) Roudolf, ebenda S 6. — [10]) Martini, ebenda S 8. — [11]) Möller, ebenda S 63. — [12]) Reuleaux, Edler, ETZ S 615. — El. Masch.-Bau S 172. — [13]) Helios, S 3587. — [14]) Electr. (Ldn.) Bd 84, S 371. — [15]) Perlewitz, ETZ S 133. — [16]) Arndt, Zschr. Eisenb.-Sich.-Wesen S 65, 73. — [17]) Martini, ebenda S 85, 102. — [18]) Dalmady, ebenda S 39. — [19]) Martini, ebenda S 32. — [20]) Thurn, Z. Fernmeldetechn. S 85. — [21]) Nasarischwily u. Kruckow, ETZ S 513, 573. — [22]) Grothe, ebenda S 311. — [23]) Verstegen, ebenda S 676.

Sicherheits- und Betriebssignale, Anzeige- und Meßapparate für nicht elektrische Größen.

Von Postrat Dr. Ulfilas Meyer.

Temperaturmessung. Einen zusammenfassenden Bericht über den heutigen Stand der Erzeugung und Messung hoher Temperaturen auf elektrischem Wege gibt Hildegard Miething[1]). Zunächst werden die verschiedenen Arten elek-

trischer Öfen beschrieben und Angaben über die Wärmeeigenschaften der verschiedenen Brennstoffe für solche Öfen gemacht; nach einigen Bemerkungen über die Temperaturen der Beleuchtungstechnik behandelt der zweite Teil die Methoden der Temperaturmessung mit besonderer Berücksichtigung der optischen Pyrometer und ihrer theoretischen Grundlagen. — A. Mahlke[2]) gibt in Stahl und Eisen eine Übersicht über die Fortschritte der Pyrometrie im Jahre 1919 im Hinblick auf die Bedürfnisse der Metallindustrien. — Neuerdings werden für hohe Temperaturen Thermoelemente benutzt, die aus unedlen Metallen hergestellt sind; sie haben neben dem geringen Preis auch noch den Vorzug einer bedeutend größeren Thermokraft gegenüber den Platinrhodium-Platinelementen. F. Hoffmann und A. Schulze[3]) haben in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt derartige Thermoelemente auf ihre Eigenschaften und ihre Haltbarkeit eingehend untersucht und gefunden, daß einige selbst bei Temperaturen von 1000 bis 1200° noch nach einer 100- und mehrstündigen Benutzung auf 10° genaue Angaben liefern. Besonders geeignet erwiesen sich Nickel-Chromlegierungen und Nickelstahl mit 66 v.H. Nickelgehalt. Die Arbeit enthält ein reiches Zahlenmaterial über sämtliche der untersuchten Thermoelemente. — Kaiser und Schmidt[4]) schalten an das Thermoelement zunächst eine Kompensationsleitung an, die aus Metallen besteht, welche keine Thermospannung gegen die Metalle des Elementes besitzen, um so die kalte Lötstelle weiter von dem Element zu entfernen und an eine Stelle zu bringen, wo möglichst gleichbleibende Raumtemperatur herrscht. Die übrigbleibenden Schwankungen, die bei Messung niedriger Temperaturen auch noch stören, können durch eine Bimetallspirale am Meßinstrument dann selbsttätig ausgeglichen werden. — Die neueren Instrumente der S & H A.-G. für elektrische Fernthermometeranlagen werden von A. Hoffmann[5]) beschrieben. — A. Hartmann[6]) macht auf die Verwendung gewisser Metallsalze, die durch Temperaturänderungen ihre Farbe wechseln, für el. Anlagen aufmerksam. Anstriche mit solchen Metallsalzen würden ein billiges Mittel darstellen, um Verbindungsstellen, die sich infolge schlechten Zustandes erwärmen, schnell aufzufinden, an Kochgeräten durch Anzeigen des stattgefundenen Erwärmungsgrades die Ursache des Durchbrennens (schlechtes Material oder Überlastung) nachzuweisen u. ä.

Elektrische Uhren. Warren[7]) macht den Vorschlag, die Frequenz der Wechselströme großer Netze zur Zeitangabe auszunutzen. Voraussetzung dafür ist, daß die Frequenz möglichst konstant gehalten wird; das soll in der Weise geschehen, daß von zwei auf demselben Zifferblatt sitzenden Zeigern mit einer Umlaufszeit von 5 min der eine von einem genau gehenden Uhrwerk, der andere von dem Wechselstrom angetrieben wird, der Maschinenwärter hat seine Maschinen dann so zu regeln, daß die beiden Zeiger nie zu weit auseinander kommen. Nach der Meinung des Verfassers ist diese Art der Regelung bedeutend leichter als die mit Frequenzmessern, da die kleinen Schwankungen dabei nicht in Betracht kommen und gewissermaßen über die Frequenzabweichung dauernd integriert wird. Zur Stütze seines Vorschlages weist der Verfasser auch noch auf andere Vorteile einer so genauen Gleichhaltung der Frequenz hin. Über die Uhrantriebe werden in der Arbeit bis ins einzelne gehende Vorschläge gemacht. — In London ist die große Uhr von St. Pankras mit el. Einrichtung versehen worden[8]). Die Uhr besitzt einen Durchmesser von 5,5 m; sie wird durch ein el. angetriebenes Pendel in Gang gehalten; die Regulierung erfolgt in der Weise, daß das Pendel etwas zu schnell geht, aber alle halbe Minute seine Kopplung mit dem Zeiger so lange aufgehoben wird, bis die halbe Minute wirklich verflossen ist und die Kopplung durch einen Stromstoß von der Zentraluhr wieder eingeschaltet wird. — Von der AEG wird eine el. Signaluhr[9]) in den Handel gebracht, deren Zeichengebung für zwei voneinander unabhängige Stromkreise von 5 zu 5 min beliebig eingestellt werden kann. Der Antrieb der Uhr erfolgt durch eine el. Aufzugvorrichtung.

Fernmeß- und Anzeigeapparate. Mac Gregor-Morris[10]) hat ein Anemometer für Kohlengruben gebaut, das auf dem im Vorjahr beschriebenen Prinzip

(JB 1919, S 169) beruht. Zwei Arme einer Wheatstoneschen Brücke sind der Luft ausgesetzt, während die beiden anderen durch Einkapselung geschützt sind. Die Drähte werden durch den hindurchfließenden Strom erhitzt, ihre Widerstandsänderung gibt dann ein Maß für die Abkühlung und damit für die Luftgeschwindigkeit. Der Einfluß der Lufttemperatur wird durch die Einstellung des Heizstromes ausgeschaltet, was durch einfache Umschaltung mit demselben Meßinstrument kontrolliert werden kann. Der Meßbereich des Instrumentes erstreckt sich über eine Luftgeschwindigkeit von 0,5 bis 5 engl. Meilen in der Stunde (0,2 bis 2 m/s). — Ein el. Kohlensäureschreiber für Rauchgase[11]) beruht auf dem Katharometer von Shakespear (JB 1919, S 170) zur Feststellung der Reinheit von Gasen. Zwei Heizkörper, kleine Platinspiralen, liegen als Zweige einer Wheatstoneschen Brücke in getrennten Kammern, die in einen Kupferblock eingebohrt sind. Durch die eine Kammer wird reine Luft, durch die andere das Rauchgas durchgesaugt; die Gase bewirken je nach ihrem Wärmeleitvermögen eine Abkühlung und damit eine Widerstandsänderung der Heizkörper; das Nullinstrument der Brücke ist auf Kohlensäuregehalt geeicht. Die Luftkammer steht mit einem Wassergefäß in Verbindung, um die Luft dauernd gesättigt zu halten, so wird der Einfluß des Wasserdampfes in den Rauchgasen ausgeschaltet. Das Instrument ist von der Cambridge and Paul Instrument Co. gebaut. — Die Firma Hartmann & Braun A.-G. hat nach Entwürfen von Diwessen einen el. Abgasverlustmesser[12]) gebaut. Die Abwärmeverluste hängen neben dem Kohlensäuregehalt der abziehenden Rauchgase von der Differenz der Temperaturen dieser Gase und der eintretenden Verbrennungsluft ab. Diese Temperaturdifferenz wird durch zwei Widerstandsthermometer, die in den Schornstein und in den Zuluftkanal eingebaut sind, in Verbindung mit einem nach dem Ohmmeterprinzip gebauten Meßinstrument gemessen. Das Instrument besitzt gleichzeitig mehrere Skalen, um den Abgasverlust direkt für verschiedenen Kohlensäuregehalt, der gesondert zu bestimmen ist, zu messen. — Bei S & H ist ein neuer el. Verdrehungsmesser[13]) konstruiert worden, der ursprünglich zur Messung des übertragenen Drehmomentes von Kriegsschiffwellen bestimmt war, der aber auch zur Drehmoment- und Leistungsbestimmung an beliebigen Wellen benutzbar ist und dessen Prinzip sich allgemein zur Fernmessung kleiner Entfernungsänderungen eignet. Die Meßanordnung beruht auf der starken Abhängigkeit der Selbstinduktion einer Drosselspule von der Weite ihres Luftspaltes, und zwar werden zwei Drosseln benutzt, bei deren einer der Luftspalt vergrößert wird, während er bei der andern gleichzeitig durch die zu messende Verdrehung oder Verschiebung verkleinert wird. Es wird dann das Verhältnis der Wechselströme gemessen, die durch die beiden parallel an derselben Stromquelle liegenden Drosseln fließen. Auf diese Weise werden die Nachteile, die bei Messungen an einer Drossel auftreten, vermieden. Zur Messung des Stromverhältnisses sind geeignete Instrumente entwickelt worden. — W. Drägert[14]) gibt eine Beschreibung der von der Firma Neufeldt & Kuhnke, Kiel, hergestellten el. Fernzeige- und Kommandoapparate. Nach einer Erklärung des für Gleichstrom und des für Wechselstrom verwendeten Systems folgt eine mit vielen Bildbeigaben versehene Darlegung der Verwendungsmöglichkeiten. — Auch die Fernmeßgeräte der Hartmann & Braun A.-G. haben eine zusammenfassende Darstellung durch E. Neumann[15]) gefunden. Neben den bekannten Drehzahlmessern nach dem Spannungsprinzip und als Zungengerät werden hauptsächlich die Drehspulmeßgeräte für Thermoelemente und die Kreuzspulwiderstandsmesser für Widerstandsthermometer beschrieben. Zum Schluß werden die verschiedenen Schreibgeräte der Firma erläutert. Auch dieser Aufsatz ist mit zahlreichen Abbildungen versehen. — Die Signaleinrichtungen der Stadtrohrposten[16]) sind von Schwaighofer an Hand der Münchener, Leipziger und Bremer Anlagen beschrieben worden, dabei werden auch die Einrichtungen einiger ausländischer Anlagen gestreift. — Eine Fernschalteinrichtung ist für die Straßenbeleuchtung Charlottenburgs[17]) eingebaut worden. Jeder der 23 Bezirke des Ortes besitzt eine Schaltstelle mit Fernschaltern, die

ihrerseits vom Kraftwerk aus erregt werden können; die Stellung der Fernschalter ist jederzeit aus Kontrollampen an der Hauptschalttafel zu ersehen, außerdem befinden sich hier noch weitere Signallampen, die ein Verlöschen von Lampen in irgendeinem Bezirk anzeigen. Die Anlage wird an Hand von Schaltskizzen genau beschrieben. Die Einrichtung hat sich in fünfjährigem Betrieb bewährt; die Ersparnis gegenüber Handschaltung wird zu ungefähr 57 v. H. berechnet, sie rührt zu ungefähr gleichen Teilen aus der Ersparnis an Löhnen und der an Stromkosten, infolge der besseren Anpassung der Einschaltezeit an den Bedarf her. — Von weiteren Beschreibungen von Fernmeß- und Anzeigeeinrichtungen seien noch kurz erwähnt: Eine Feuermeldeanlage von S & H im Ufahaus[18]). Ein el. Anzeiger der Stellung des Steuerruders von Siemens Bros & Co.[19]). Einfache Fernmeldeanlagen zwischen Maschinen- und Kesselraum zur Anzeige der voraussichtlich gebrauchten Dampfmenge[20])[21]). Maschinen zum Abwiegen und Verpacken kleiner Mengen (z. B. Tee)[22]).

Prüfverfahren. Kaye[23]) berichtet über eine Ausstellung der Röntgen-Society in London und macht auf die Fortschritte der Röntgentechnik in den letzten Jahren aufmerksam, sowohl auf medizinischem Gebiet wie bei der Materialuntersuchung. Bemerkenswert ist die Neuerung, die Röntgenröhre zusammen mit dem Transformator in einem mit Öl gefüllten Aluminiumgefäß unterzubringen, um so eine gute Isolation der Hochspannung zu erzielen. — Über die Verwendung der Röntgenstrahlen in der Metallurgie, zur Feststellung von Luftblasen in Gußstücken, zur Untersuchung von Schweißungen und Lötungen, werden auch von Kollatz[24]) einige Mitteilungen gemacht. — Zum Aufsuchen verdeckt verlegter metallischer Leitungen verwendet Dieckmann[25]) eine Hochfrequenzanordnung, bestehend aus Sender und abgestimmtem Empfänger. Die Lautstärke im Empfänger wird um so größer, je näher die auf Rahmen gewickelten Spulen des Senders und Empfängers an die Leitung herangebracht werden; aus dem Anwachsen der Lautstärke läßt sich daher auf die Lage der Leitung schließen. Die Ausführung eines solchen Suchgerätes mit allem Zubehör ist von der Ges. für drahtlose Telegraphie übernommen worden. — Abraham, Bloch und Bull[25]) veröffentlichen neuere Verbesserungen an der Methode, mit Hilfe der Entladung eines Kondensators über eine Funkenstrecke sehr kurze Lichtblitze zu erhalten, die zur photographischen Aufnahme von Geschossen dient. — Baw und Stroud[27]) haben das Optophon von Fournier d'Albe, das Blinden das Lesen gedruckter Bücher ermöglichen soll, verbessert. Bei dem Optophon streichen über die Zeile fünf übereinanderliegende Lichtpunkte, deren Licht in regelmäßigen, aber für die einzelnen Lichtpunkte verschiedenen Intervallen unterbrochen wird, so daß jeder einer bestimmten Frequenz entspricht. Das reflektierte Licht wird dann auf einer Selenzelle, die mit einem Fernhörer in Verbindung steht, durch ein Linsensystem konzentriert, so daß jeder Lichtpunkt einen bestimmten Ton erzeugt. Durch jeden Buchstaben werden nun gewisse Lichtpunkte unterdrückt, teils gleichzeitig, teils aufeinanderfolgend (z. B. beim D zuerst alle vier obersten Punkte, dann der erste und vierte und schließlich der zweite und dritte von oben), so daß jeder Buchstabe einen bestimmten Klang im Fernhörer hervorruft. Bei der neuen Konstruktion ist das wichtigste, daß bei einem weißen Fleck die Wirkung der Selenzelle durch eine zweite Zelle kompensiert wird, auf die Licht derselben Lichtquelle mit einem durchsichtigen, im Strahlengang befindlichen Spiegel geworfen wird. Dadurch wird erreicht, daß der schwarze Druck der Buchstaben jetzt nicht die betreffenden Töne auslöscht, sondern sie erst erregt; die entstehenden Tonbilder sind daher einfacher und klarer. Das Lesen mit diesem Optophon soll verhältnismäßig leicht zu erlernen sein.

R. Ambronn[28]) gibt einen zusammenfassenden Bericht über die el. Methoden zur Erforschung des Erdbodens. Zunächst werden die Verfahren beschrieben, die auf einer Messung der Leitfähigkeit des Erdbodens beruhen und die vor allem im Kalibergbau eine sehr nutzbringende Anwendung finden, um die Herkunft von Laugenzuflüssen festzustellen und um ihre Abdichtung mit

möglichst geringem Aufwand an Mitteln zu bewerkstelligen. Im Kalibergbau findet auch eine Methode Anwendung, bei der aus der Selbstinduktion eines Leiterkreises, dessen eine Seite von einer unbekannten wasserführenden Kluft gebildet wird, auf die von dem Kreis umhüllte Fläche und damit auf die Lage der Kluft geschlossen wird. Ein sehr wichtiges Mittel zur Untersuchung des Erdbodens bieten die el. Wellen. Zunächst kann aus der Unmöglichkeit, von einem Stollen nach einem anderen Wellen zu entsenden, das Vorhandensein einer leitenden Schicht zwischen beiden Stollen gefolgert werden. Durch die Reflexion der Wellen an solchen Schichten kann aber auch besonders bei Verwendung von Interferenzmethoden ihre Lage noch sehr viel besser festgestellt werden; verschiedene Arten solcher Messungen werden von dem Verfasser beschrieben. In feuchtem Erdreich werden dabei »Gefrierantennen« benutzt, die geringe Leitfähigkeit des vereisten Erdreiches bildet dann die notwendige Isolation der Antenne. Auch die Messung der Kapazität einer in den Boden eingeführten Antenne kann wichtige Aufschlüsse bringen, denn diese Kapazität hängt von der Dielektrizitätskonstante des umgebenden Erdreiches ab. Die Annäherung einer Antenne an feuchte Schichten bewirkt außerdem auch eine starke Dämpfung der Wellen, auch dieser Umstand wird im Kalibergbau benutzt, um das gefährliche Anbohren wasserführender Schichten zu vermeiden. Zum Schluß des Aufsatzes werden noch die radioaktiven Untersuchungen des Erdreiches kurz gestreift; dabei gibt der Verfasser an, daß nach Versuchen von ihm das Ansprechen der Wünschelrute mit radioaktiven Erscheinungen im Zusammenhang steht. — Auch in anderen Ländern sind auf diesem Gebiet Versuche angestellt worden. Kröncke[29]) hat in Deutsch-Südwestafrika erfolgreiche Versuche gemacht mit el. Hilfsmitteln Grundwasser zu finden, und zwar nach einem Vorschlag Löwys durch Kapazitäts- und Dämpfungsmessungen an einer an verschiedenen Orten ausgelegten Horizontalantenne. Die Tiefe des so gefundenen Grundwassers konnte dann mit der Leimbachschen Viertelwellenmethode, die auf der Beeinflussung der Senderschwingung durch die am Grundwasser reflektierte Welle beruht, sehr genau bestimmt werden. — In Schweden und Finnland[30]) ist in letzter Zeit mit scheinbar gutem Erfolge der Verlauf von el. Feldlinien zum Aufsuchen von Erzlagern benutzt worden. In geeignetem Abstand werden zwei mit einer Wechselstromquelle verbundene Elektroden in die Erde eingeführt und deren Feld mit Hilfe zweier Suchelektroden und eines damit verbundenen Fernhörers bestimmt. Etwa vorhandene Erzlager machen sich durch eine Verzerrung des Feldes bemerkbar. — Der Franzose Schlumberger[31]) hat ein ähnliches Verfahren in Frankreich und Serbien benutzt. Um Beeinflussung durch Induktion zu vermeiden, verwendet er Gleichstrom statt Wechselstrom, der Fernhörer ist dann durch ein empfindliches Galvanometer zu ersetzen. Die Suchelektroden bestehen bei ihm aus mit Kupfersulfat gefüllten Tonzellen, in die Kupferstäbe eintauchen, um eine Polarisation zu vermeiden. Nach Schlumberger rufen Pyritvorkommen in dem umgebenden Gebirge selbst Potentialdifferenzen hervor, die einige hundert Millivolt erreichen können und auf mehr als 100 m Entfernung nachweisbar sind.

Mehrere Veröffentlichungen beschäftigen sich mit den während des Krieges erzielten Fortschritten auf dem Gebiet des Schiffahrtssignalwesens. E. Lübcke[32]) gibt eine Beschreibung der Unterwasserschallsignaleinrichtungen, die ganz allgemein gehalten ist, ohne besondere Berücksichtigung der Elektrotechnik. — Besonders über die el. Apparate der submarinen Akustik hat Aigner[33]) in einem Vortrag im Wiener Elektrotechnischen Verein berichtet. In einer geschichtlichen Einleitung wurden zunächst die Gründe, die zu einer elektrischen Erregung der Unterwasserschallquellen geführt haben, und die sich entgegenstellenden Schwierigkeiten dargestellt. Der Vortragende gab dann eine Beschreibung der allen Anforderungen genügenden Sender der Signalgesellschaft in Kiel und des Amerikaners Fessenden. Während der erstere ein Elektromagnetsender ist, bei welchem die kleinen Kräfte und großen Amplituden des Elektromagnetankers durch eine geeignete Übersetzung als kleine Amplituden

mit entsprechend großen Kräften auf die Membran übertragen werden, beruht der Fessendensche Sender auf elektrodynamischen Wirkungen. — Einen umfassenden Bericht über die Fortschritte, die auf diesem Gebiet während des Krieges in England erzielt wurden, gibt Drysdale[34]); allerdings findet sich an mehreren Stellen seines Aufsatzes die Bemerkung, daß die näheren Einzelheiten im Interesse der Landesverteidigung nicht mitgeteilt werden können. Besonders gilt dies von dem ersten Teil, der sich mit der Feststellung und Bekämpfung von U-Booten befaßt, und der hauptsächlich Angaben über empfindliche Unterwasserschallempfänger zur Bestimmung der Schallrichtung enthält. Bemerkenswert ist die Mitteilung, daß zum Messen des Druckes bei Wasserexplosionen unter anderem piezoelektrische Kristalle in Verbindung mit Kathodenstrahl-Oszillographen benutzt wurden. Zur Kennzeichnung von Hafeneinfahrten u. ä. ist verschiedentlich vorgeschlagen worden, in die Einfahrt ein am Ende mit dem Wasser in Verbindung stehendes Kabel zu verlegen, das mit Wechselstrom gespeist wird. Zur Orientierung der Schiffe soll dann das elektromagnetische Feld dieses Kabels dienen, dessen Intensität und Gestalt auf dem Schiff mittels geeigneter Empfangsapparate festzustellen wäre. Auch über solche erfolgversprechende Versuche berichtet Drysdale in seinem Aufsatz. Um dabei die Stellung des Schiffes zum Kabel auf der Kommandobrücke direkt sichtbar zu machen, gibt er eine sinnreiche Empfangseinrichtung mit empfindlichem Relais an. Über die Gestalt des elektromagnetischen Feldes und seine Verzerrung durch das Wasser werden einige Angaben gemacht. — Lichte[35]) hat diese Verzerrung genauer untersucht, allerdings die Arbeit infolge des Versailler Friedens nicht zu Ende führen können. Während die magnetischen Kraftlinien das Kabel zunächst ganz normal in konzentrischen Kreisen umschließen, kehrt sich die Feldrichtung in einem gewissen, von der Frequenz des Wechselstromes abhängigen Abstand plötzlich um, und die Neigung der Kraftlinien an der Wasseroberfläche geht dann mit wachsender Entfernung allmählich in die horizontale Richtung über. — Eine Empfangseinrichtung für diese Leitkabel wird auch von Marriott[36]) beschrieben.

Alarmeinrichtungen. Die unruhigen Zeiten haben das Interesse für Alarmvorrichtungen zur Sicherung gegen Einbruch usw. stark vermehrt; das kommt auch bei den Veröffentlichungen des letzten Jahres zum Ausdruck. Bei der Mehrzahl dieser Apparate, die von den verschiedensten Firmen hergestellt werden, wird ein gegen Erschütterungen empfindlicher Apparat als Geber benutzt. Andere machen dabei von Selenzellen Gebrauch, mit deren Hilfe es auf einfache und bekannte Weise möglich ist, Alarmeinrichtungen zum Ansprechen zu bringen, wenn in dunkle Räume Licht gebracht wird. Eine wesentliche Verbesserung für diese Art wird von G. Schmidt[37]) vorgeschlagen; er verwendet zwei Selenzellen in Differentialschaltung, so daß der Alarm bei verschiedener Beleuchtung beider Zellen anspricht und erreicht dadurch, daß seine Vorrichtung sowohl bei Nacht wie bei Tag verwendbar ist. — Ein elektrisches Sicherheitsfernschloß mit Kontrolleinrichtung wird von der Süddeutschen Telephon-Apparate, Kabel- und Drahtwerke A.-G. in Nürnberg gebaut.[38]) — Als Alarmzeichen ist das Sirenengeheul wegen seiner großen durchdringenden Wirkung sehr geeignet, aus diesem Grunde sind von der S & H A.-G. elektrisch angetriebene Motorsirenen[39]) gebaut worden.

Stromquellen. Hochenegg[40]) erläutert die Anwendung der österreichischen Sicherheitsvorschriften für el. Starkstromanlagen auf die Einschaltung einer kleinen Akkumulatorenbatterie in das Starkstromnetz, die von diesem über eine Glühlampe geladen wird und ihrerseits eine Schwachstromanlage speist. Die Batterie muß in eine zuverlässig geerdete Rückleitung eingeschaltet sein und eine Vorrichtung besitzen, durch die sie gutleitend überbrückt wird, falls die Verbindung über die Batterie unterbrochen oder in ihrem Widerstand übermäßig erhöht wird.

[1]) H. Miething, Helios Fachz. S 265, 273. — [2]) A. Mahlke, Stahl und Eisen S 1490. — [3]) F. Hoffmann u. A. Schulze, ETZ S 427. — [4]) Keiser u. Schmidt,

Dingl. S 208. — [5]) A. Hoffmann, El. Anz. S 929, 935, 939. — [6]) A. Hartmann, El. Anz. S 177. — [7]) Warren, Rev. Gén. El. Bd 7, S 29. — [8]) Electr. (Ldn.) Bd 84, S 456. — [9]) P. Schubert, Mitt. AEG S 157. — [10]) Mc Gregor-Morris, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 345. — Electr. (Ldn.) Bd 85, S 227. — [11]) Electr. (Ldn.) Bd 84, S 64. — Z. Ver. D. Ing. S 895. — [12]) F. Wiedemann, Zschr. f. Dampfkessel u. Maschinenbetrieb Bd 43, Nr. 44. — El. Masch.-Bau S 612. — [13]) Keinath, Dingl. Bd 335, S 265. — [14]) W. Drägert, ETZ S 1031. — [15]) E. Neumann, Z. Fernmeld. S 41. — [16]) Schwaighofer, Z. Fernmeld. S 103. — [17]) Jordan u. Kuhlo, ETZ S 8. — [18]) Willigut, El. Anz. S 982. — [19]) Siemens Bros, El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 606. — [20]) El. World Bd 75, S 270. — [21]) Sparkes, El. World Bd 76, S 1251. — [22]) Sims, El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 574. — [23]) Kaye, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 142. — [24]) Kollatz, El. Anz. S 728. — [25]) Dieckmann, ETZ S 435. — [26]) Abraham, Bloch u. Bull, Rev. Gén. El. Bd 7, S 125. — [27]) Baw u. Stroud, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 183. — [28]) R. Ambronn, Helios Fachz. S 113. — [29]) Kröncke, El. Umschau S 85. — [30]) ETZ S 280. — [31]) Schlumberger, Rev. Gén. El. Bd 7, S 390. — ETZ S 418. — [32]) E. Lübcke, Z. Ver. D. Ing. S 805, 836. — [33]) Aigner, El. Masch.-Bau S 487. — [34]) Drysdale, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 379, 409, 442. — [35]) Lichte, ETZ S 88. — [36]) Marriott, Rev. Gén. El. Bd 7, S 127. — ETZ S 697. — [37]) G. Schmidt, El. Anz. S 70. — [38]) Südd. Tel.-App., Kabel- u. Drahtw., Helios Exportz. S 2507. — [39]) S & H, Helios Exportz. S 1055. — [40]) Hochenegg, El. Masch.-Bau S 429.

D. Messungen und wissenschaftliche Untersuchungen.

XIII. Elektrische Meßkunde.

Einheiten, Normalmaße. Von Dr.-Ing. Georg Keinath, Charlottenburg. — Elektrische Meßinstrumente für Strom, Spannung, Leistung, Phase und Frequenz. Von Dr.-Ing. Georg Keinath, Charlottenburg. — Messung des Verbrauchs. Elektrizitätszähler. Von Dr.-Ing. J. A. Möllinger, Nürnberg. — Elektrische Messungen und Meßverfahren, Hilfsmittel für Messungen. Von Dr.-Ing. Georg Keinath, Charlottenburg.

Einheiten, Normalmaße.

Von Dr.-Ing. Georg Keinath.

Französische Maßeinheiten. Im Rahmen des französischen Gesetzes vom 2. April 1914 ist am 5. Aug. 1919 eine Verordnung erschienen[1]), die als neue Einheit das Sthène festlegt, die Kraft, die der Masse 1 t in 1 s die Beschleunigung 1 m/s erteilt. Einheit der Energie ist das Kilojoule, gleich der Arbeit, die 1 Sthène leistet, wenn der Angriffspunkt der Kraft sich in der Richtung der Kraft um 1 m verschiebt, Einheit der Leistung das Kilowatt = 1 Kilojoule in der Sekunde. An diese Verordnung anknüpfend warnt der Verfasser davor, in Deutschland wieder zur Pferdestärke als Leistungseinheit zurückzukehren. Eine Ergänzung des obigen Gesetzes ist erfolgt durch eine Verordnung vom 26. Juli 1919. Die ihr beigegebene Zusammenstellung der Haupteinheiten und abgeleiteten Einheiten, ihre Definition, ihr Eichmaß, Wert im absoluten Maß usw. sind in der ETZ vollständig wiedergegeben[2]).

Normalelemente. Über die in der PTR im Jahre 1919 ausgeführten Prüfungen elektrischer Grundeinheiten (Widerstände, Normalelemente) berichten v. Steinwehr und Baisch[3]). Die Abweichungen vom Sollwert lagen bei den vier geprüften Clarkelementen unterhalb 1 mV, bei den fünf internationalen Westonelementen mit festem Kadmiumsulfathydrat zwischen 0,1 und 0,2 mV, bei den 21 Westonelementen mit bei 4^0 gesättigter Lösung bewegte sich die gemessene EMK zwischen 1,0171 und 1,0189 V.

Normalwiderstände. Die Manganinnormale und Gebrauchsnormale der PTR wurden in gewohnter guter Übereinstimmung gefunden[4]), ebenso ergab die Prüfung der in konstanter Feuchtigkeit aufbewahrten Normalien aus Manganin außerordentlich geringe Änderungen[5]). Für die absolute Ohmbestimmung werden in dem Tätigkeitsbericht der PTR für 1919 nunmehr die Schlußwerte mitgeteilt[6]). Das internationale Ohm ist demnach um 0,051% größer als das absolute Ohm.

Selbstinduktionsnormale werden häufig auf Spulenkerne aus Marmor gewickelt. Das natürliche Material zeigt aber infolge starken Wassergehaltes hohe dielektrische Verluste, und es ist deshalb die Kapazität eines Kondensators mit Marmor als Dielektrikum stark von der Frequenz abhängig[7]). Bei

natürlichem Marmor änderte sich die Kapazität für verschiedene Frequenzen von 267 auf 394 10^{-12} F, nach dem Trocknen und Paraffinieren schwankte die Kapazität eines zweiten Kondensators nur mehr zwischen 187,2 und 191,0 10^{-12} F.

[1]) K. Strecker, ETZ S 125. — [2]) K. Strecker, ETZ S 980. — [3]) v. Steinwehr u. Baisch, Z. Instrk. S 111. — [4]) v. Steinwehr u. Baisch, Z. Instrk. S 115. — [5]) Grüneisen, Z. Instrk. S 115. — [6]) Grüneisen u. Giebe, Z. Instr. S 117. — [7]) Giebe, Zickner, Hüter, Z. Instrk. S 119.

Elektrische Meßinstrumente für Strom, Spannung, Leistung, Leistungsfaktor und Frequenz.

Von Dr.-Ing. Georg Keinath.

Vibrationsgalvanometer. Agnew[1]) beschreibt ein im Bureau of Standards benutztes Vibrationsgalvanometer, das im wesentlichen aus einem durch einen Hufeisenmagnet polarisierten Stahldraht besteht, der in einem Wechselfeld schwingt. Für 60 Per/s ist der Draht 33 mm lang und hat einen Durchmesser von 0,1 mm. Die Empfindlichkeit ist von der Größenordnung $5 \cdot 10^{-8}$ A. Dabei ist die Amplitude etwa 5 μ und wird mit 50 bis 100facher Vergrößerung beobachtet.

Biermanns[2]) hat das Drehspulen-Vibrationsgalvanometer zu Leistungsmessungen verwendet und stellt die Theorie des Instrumentes auf. Für eine Leistungsmessung sind zwei Ablesungen bei gewendeter Strom- oder Spannungsspule erforderlich; die Meßmethode ist keine Nullmethode mehr und erfordert das Vorhandensein einer Wechselstromquelle mit vollständig konstanter Frequenz.

Elektrostatische Spannungsmesser. Die konstruktive Durchbildung elektrostatischer Spannungsmesser für Spannungen über 50 kV führt zur Verwendung stark komprimierter Gase als Dielektrikum. Der besondere Vorzug solcher Apparate ist die Verwendbarkeit für Gleichstrom und die Unabhängigkeit von Spannungsschwankungen. Ein absoluter Spannungsmesser für max. 300 kV wird von Palm[3]) beschrieben, die Ausführung erfolgte bei der Hartmann & Braun-A.-G. Das Meßwerk ist in ein dickwandiges Bronzegefäß eingebaut. Die Ablenkung der Spannungswage nach dem Prinzip des Thomsonschen Schutzringes wird durch zwei mit Gleichstrom gespeiste Elektrodynamometerspulen kompensiert. Der notwendige Strom wird mit einem Zeigerinstrument und Fernrohrablesung ermittelt (s. unten). Die Arbeit enthält die ausführliche Theorie des Instruments und die Diskussion der Fehlerquellen. Die Meßgenauigkeit beträgt 0,5 bis 1%, je nach der Höhe der gemessenen Spannung.

Im Anschluß an seine frühere Veröffentlichung (JB 1919, S 174) gibt Imhof[4]) eine erweiterte Theorie des elektrostatischen Spannungsmessers mit Vorkondensator und beschreibt eine neuere Ausführung der Instrumente von Trüb, Täuber & Co. in Zürich, für max. 80000 V. Der Vorkondensator ist bequemer regelbar als bei der älteren Ausführung, der Einfluß geerdeter Leiter in der Umgebung ist gering.

Eine Übersicht über die älteren und neueren Konstruktionen der Elektrometer, unter besonderer Berücksichtigung der Ausführungen für luftelektrische Messungen gibt Berndt[5]). Die Einteilung erfolgt nach der Art der Gegenkraft: Schwerkraft, Biegungselastizität, Torsionselastizität. Weiterhin enthält der Aufsatz eine Sammlung der Daten bekannter Ausführungen.

Elektrodynamische Instrumente. Keinath[6]) stellt die Bedingungen für fehlerlose Anzeige elektrodynamischer Instrumente auf und bespricht die verschiedenen heute gebräuchlichen Konstruktionen eisenloser Elektrodynamometer, die Skalenteilung, die Frequenzfehlweisung und die Beeinflussung durch Fremdfelder.

Leistungsfaktormesser. Die Messung des Leistungsfaktors gewinnt bei den heutigen Verkaufstarifen für elektrische Arbeit immer mehr Bedeutung.

Voller[7]) gibt eine ausführliche Zusammenstellung der Grundlagen der Leistungsfaktormessung und der Definitionen des Leistungsfaktors und des Energiefaktors, über die Messung des Leistungsfaktors bei verzerrten Kurven und bei Drehstrom mit gleicher und ungleicher Belastung der drei Phasen. Es werden noch indirekte Meßmethoden zur Bestimmung des Leistungsfaktors und die Ausführungen der Fa. Hartmann & Braun zur direkten Leistungsfaktoranzeige beschrieben.

Höchststromanzeiger. Ein auf dem »chromothermischen« Meßprinzip beruhender Höchststromanzeiger kann unter Verwendung von polierten Stahlnadeln gebaut werden[8]). Die bekannten Anlauffarben bilden sich bei ganz bestimmten Temperaturen, wobei sich der Draht mit einer Oxydhaut von nur 0,42 bis 0,62 μ Dicke bedeckt. Durch Änderung der Nadelstärke kann dieser Stromanzeiger für verschiedene Stromstärken und verschiedene thermische Trägheit hergestellt werden. Aus der jeweiligen Färbung kann der Höchststrom während eines gewissen Zeitraums integriert erkannt werden. Nach Gebrauch wird die Oxydhaut mit sehr feinem Schmirgelleinen abgewischt; die Nadel ist dann weiter verwendbar.

Scheitelspannungsmesser. Zur Messung von Scheitelspannungen bei 150 kV haben Whitehead und Isshiki[9]) ein Koronavoltmeter gebaut, das aus einem zylindrischen Gehäuse besteht, in dessen Achse der auswechselbare Koronastab aus poliertem und vernickeltem Werkzeugstahl angebracht ist. Zur Feststellung des Auftretens der Koronabildung wird ein Telephon und ein Galvanometer benutzt. Der charakteristische Ton, der beim Eintreten der Korona zustandekommt, wird durch das eingebaute Mikrophon übertragen. Das Instrument ist frei von Beeinflussung, die Meßgenauigkeit ist etwa 0,5%. Die mitgeteilten Zahlen lassen die Abhängigkeit der Koronaspannung vom Leiterdurchmesser und dem Luftdruck erkennen.

Frequenzmesser. Ein Frequenzmesser für schwache Tonströme ist von Seibt[10]) entwickelt worden, unter Verwendung abstimmbarer Resonanzkreise und eines Telephons als Indikator. Das Gerät umfaßt in drei Stufen einen Frequenzbereich von 450 bis 2000 Per/s, die Ablesung erfolgt auf einer auf einem Bogen von 180^0 geeichten Skala.

Blindleistungsmesser. Zuweilen ist es wünschenswert, mit Leistungsmessern nicht nur die Wirkleistung, sondern auch die Blindleistung messen zu können. Yeaton[11]) gibt für eine Anzahl von Instrumenten und für verschiedene Schaltweisen an, in welcher Weise die Instrumente auch zum Messen der Blindleistung eingerichtet und gegebenenfalls umgeschaltet werden können.

Mechanischer Gütefaktor und Skalencharakter. Bisher wurde stets der Quotient »Drehmoment/Gewicht der beweglichen Teile« als Gütefaktor eines el. Meßinstrumentes bezeichnet. Keinath[12]) macht den Vorschlag, in dieser Gleichung das Gewicht in der 1,5ten Potenz einzusetzen, um dadurch den Erfahrungen der Praxis näherzukommen. Er weist auch darauf hin, daß der Gütefaktor keineswegs über die ganze Skala konstant ist und zeigt den Verlauf an einigen besonderen Ausführungen.

Der Einfluß der Temperatur auf Drehspulenstrommesser, die an Nebenwiderstände angeschlossen werden, wird meist dadurch ausgeglichen, daß man der Drehspule ein Vielfaches ihres Eigenwiderstandes an Manganin vorschaltet. Eine neue Art einer temperaturfreien Schaltung schlagen Chapman und Morris[13]) vor. Danach liegt das Galvanometer als Nullinstrument in einer Wheatstoneschen Brücke, die ihrerseits an den Klemmen des Nebenwiderstandes liegt. Für einen bestimmten Temperaturbereich ist der Strom konstant. Die Anordnung gestattet, mit geringerem Spannungsabfall auszukommen als die übliche Methode.

Beeinflussung elektrischer Meßgeräte. Keinath[14]) bespricht die Maßnahmen zur Minderung von Anwärme- und Dauerschaltungsfehlern der verschiedenen Arten el. Meßgeräte und ihre Wirkungsweise.

In einem weiteren Aufsatz[15]) werden Versuchszahlen über die Beeinflussung el. Meßgeräte durch Fremdfelder magn. und el. Art mitgeteilt. Bemerkenswert ist, daß auch Hitzdrahtinstrumente durch magn. Felder beeinflußt werden können.

Überlastung von Meßgeräten. An die Schalttafelinstrumente werden neuerdings hinsichtlich der Kurzschlußfestigkeit ziemliche Anforderungen gestellt. Keinath[16]) berechnet für zwei Arten von Instrumenten, solche der Drehspulen- und der Dreheisentype, die zulässige Überlastungsdauer und diskutiert die Anordnungen, die zur Minderung der mechanischen Beanspruchung verwendet werden.

Um bei Kurzschlüssen die Überhitzung der Stromwicklung angeschlossener Meßgeräte, namentlich solcher, die an Stromwandler angeschlossen sind, zu vermeiden, empfiehlt Schell[17]) ein Schutzrelais, das durch den Überstrom betätigt wird und dann die Stromwicklungen kurzschließt. Es spricht bei 40% Überstrom an und läßt beim 50fachen Strom in die Instrumente nicht mehr als den Normalstrom eintreten.

Schreibende Meßgeräte. In einer ausführlicheren Zusammenfassung berichtet Keinath[18]) über die verschiedenen Arten technischer Registrierapparate, über die Art der Aufzeichnung, über Relaisapparate, Geradführungen, Uhrwerke, Wahl der Papiergeschwindigkeit und die Aufzeichnung schnell veränderlicher Vorgänge.

Oszillograph. Der bekannte Oszillograph nach Blondel, der von S & H hergestellt wird, ist von Meyer[19]) abgeändert worden. Im besonderen ist die Optik umgebaut worden, so daß sie leichter einstellbar ist als bei der alten Ausführung. Der Kondensator ist bei Verwendung von zwei Schleifen in zwei Teile geteilt, so daß ohne Zwischenschaltung von Spiegeln oder Prismen zwei Brennpunkte entstehen. Durch eine besondere Spiegelanordnung ist es möglich, gleichzeitig auch die durch den aufzunehmenden Strom bewirkten mechanischen Vorgänge auf der Mattscheibe zu beobachten.

Die bisher gebräuchlichen Modelle der Oszillographen waren für den Gebrauch außerhalb des Laboratoriums immer etwas zu unbequem. Legg[20]) beschreibt eine Konstruktion, die leicht transportabel und für Abnahmeversuche sehr geeignet ist. An Stelle der Bogenlampe ist eine niedervoltige Wechselstrom-Projektionslampe mit Glühfaden verwendet, deren Lichtstärke für besondere Aufnahmen durch Überlastung, wenn auch auf Kosten der Lebensdauer, beträchtlich vermehrt werden kann.

Die Braunsche Röhre war bisher mit dem Nachteil behaftet, daß sie nicht zur Kurvenaufzeichnung in der üblichen Weise benutzt werden konnte. Der die Welle schreibende Lichtfleck muß in der einen Richtung mit gleichmäßiger Geschwindigkeit über die Schreibfläche verschoben werden, bei der Ablenkung in der dazu senkrechten Richtung durch die zu untersuchende Welle erhält man erst ein zeitgetreues Bild der Welle. Rogowski[21]) macht neue Vorschläge zur Erfüllung dieser Forderung unter Benutzung der langsamen Aufladung und schnellen Entladung von Kondensatoren. Die Ergebnisse der Versuche werden mitgeteilt[22]); sie lassen erkennen, daß die Lösung der Aufgabe schon ziemlich nahe ist.

Zur Untersuchung der Vorgänge in Funkeninduktoren und Röntgenröhren hat Voltz[23]) im Forschungslaboratorium der Universitätsfrauenklinik in Erlangen die Stromkurven der hochgespannten Röhrenströme mit einer auf einem Propeller aufgebauten Glimmlichtröhre aufgenommen. Es läßt sich damit jede Art von Strömen darstellen: pulsierende und intermittierende gleichgerichtete. Dem Aufsatz ist eine große Anzahl photographischer Bilder beigegeben, aus denen die mit dieser Meßmethode erzielten guten Resultate zu ersehen sind. Der Entladungsvorgang wurde systematisch untersucht. Es wurde gefunden, daß die Anzahl der beobachteten Teilentladungen von der parallel zum Unterbrecher liegenden Kapazität abhängig ist. Die Form der Entladungskurve ändert sich mit der Art der Röntgenröhre und ihrem Betriebszustand.

[1]) P. H. Agnew, J. Am. I. E. E. S 158. — ETZ S 695. — [2]) J. Biermanns, Arch. El. Bd 9, S 182. — [3]) A. Palm, Z. techn. Phys. S 137. — [4]) Imhof,

Bull. Schweiz. EV S 99. — [5]) G. Berndt, Helios, Fachz. S 429, 437, 449, 464. — [6]) G. Keinath, Z. Fernmeldet. S 235. — [7]) F. Voller, Helios, Fachz. S 169, 177, 193. — [8]) Ch. E. O. Keenan, Rev. Gén. Bd 8, S 493. — [9]) J. B. Whitehead u. T. Isshiki, J. Am. I. E. E. S 441. — ETZ S 613. — [10]) Seibt, ETZ S 731. — [11]) H. C. Yeaton, El. World Bd 75, S 1476. — [12]) G. Keinath, Z. Fernmeldet. S 74. — [13]) F. T. Chapman u. A. T. Morris, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 313. — [14]) G. Keinath, Z. Fernmeldet. S 89. — [15]) G. Keinath, Z. Fernmeldet. S 91. — [16]) G. Keinath, Z. Fernmeldet. S 56. — [17]) Th. Schell, ETZ S 80. — [18]) G. Keinath, Z. Fernmeldet. S 141, 168. — [19]) Fr. Meyer, Z. Fernmeldet. S 134. — [20]) J. W. Legg, J. A. I. E. E. S 674. — Rév. Gén. El. Bd 8, S 458. — [21]) W. Rogowski, Arch. El. Bd 9, S 115. — [22]) W. Rogowski u. G. Glage, Arch. El. Bd 9, S 120. — [23]) F. Voltz, Arch. El. Bd 9, S 247.

Messung des Verbrauchs. Elektrizitätszähler.

Von Dr.-Ing. J. A. Möllinger.

Messungen, Theorie, Eichvorschriften. Die deutschen Normen für Elektrizitätszähler[1]) legen hauptsächlich die Normalstromstärken, die zulässigen Überlastungen, die Anordnung und Bohrungen der Klemmen, die Drehrichtung und die Schaltbilder fest.

Keller[2]) berichtet über die Zählerprüfungen in Amerika und deren Resultate. Nach Vorschriften, die von Kommissionen ausgearbeitet sind, aber offenbar gesetzliche Kraft besitzen, müssen die Zähler in Nordamerika immer in bestimmten Zwischenräumen geprüft werden. Die Vorschriften sind in den einzelnen Staaten verschieden. In Illinois z. B. ist die Zeit, die höchstens zwischen zwei Prüfungen verstreichen darf, wie folgt festgesetzt: Für Einphasenzähler von 5 bis 25 A 30 Monate; über 25 bis 50 A 24 Monate; Drehstromzähler bis 50 kW 18, über 50 kW 12 Monate; Gleichstromzähler 5 bis 50 A 18, darüber 12 Monate. An manchen Orten besteht auch die Vorschrift, daß jeder Zähler spätestens 30 oder 60 Tage, nachdem er in der Installation montiert ist, kontrolliert werden muß.

Bei Drehstromzählern mit Meßwandlern kommen, da erstere von letzteren gewöhnlich weit entfernt und daher die Verbindungsleitungen schwer zu übersehen sind, oft Fehlschaltungen und daher Meßfehler vor. Müller[3]) ermittelt mittels des Diagramms für eine ganze Anzahl Fehlschaltungen die Größe dieser Fehler bei gleichbelasteten Zweigen und bestätigt sie durch den Versuch. Auch die Fehler, die beim Unterbrechen einer Phase, z. B. beim Abbrennen der Sicherung eines Spannungswandlers, eintreten, werden untersucht.

Freyer[4]) beschreibt die vom el. Prüfamt IV in Nürnberg benutzte transportable Meßeinrichtung zur Prüfung von Hochspannungszählern am Verwendungsort, welche wohl durchdacht ist und sich bei vielen Messungen sehr gut bewährt hat. Zwei Normalspannungs- und zwei Normalstromwandler speisen dabei einen Strommesser, einen Spannungsmesser, einen Drehstrom-Normalzähler, ein Drehstrom-Wattmeter und einen Drehfeld-Richtungszeiger. Für die Kontrolle des Zählers wird der Normalzähler benutzt, dessen Zifferblatt noch Bruchteile einer Ankerumdrehung abzulesen gestattet und der mittels Druckknopf über ein dünnes dreiadriges Kabel in Betrieb gesetzt werden kann (Einschaltung der Spannungsspulen). Man kann so eine kurzzeitige Kontrolle vornehmen, indem man eine Anzahl Ankerumdrehungen des zu untersuchenden Zählers abzählt und während derselben Zeit den Normalzähler einschaltet und seinen Fortgang abliest. Natürlich kann man mittels des Normalzählers auch eine Zählwerkskontrolle des zu untersuchenden Zählers ausführen. Das Drehstrom-Wattmeter wird in der Regel für die Zählerkontrolle nicht verwendet, doch gestattet es, da man seine Stromspulen kurz schließen und so die Einzelausschläge seiner beiden Systeme ablesen kann, und da auch die Drehfeldrichtung festgestellt wurde, jederzeit die Größe und Richtung der Phasenver-

schiebung zu übersehen (gleiche Belastung der drei Zweige vorausgesetzt). Ferner bespricht Freyer einige bei Drehstromzählern oft vorkommende Schaltfehler und die dadurch entstehenden Meßfehler.

In England waren während des Krieges Drehstromzähler schwer erhältlich und Einphasenzähler knapp. Man hat daher in Drehstromanlagen sich oft mit einem einzigen Einphasenzähler beholfen. Es werden daher in verschiedenen Aufsätzen[5]) die möglichen Schaltungen und die bei den verschiedenen Belastungsmöglichkeiten dabei auftretenden Fehler behandelt.

Sylvester[6]) führt Klage über die mangelhaften Räumlichkeiten und Ausrüstung der Zählerprüfräume vieler englischer EWe und macht auf einige Punkte aufmerksam, die bei Einrichtung solcher beachtet werden sollten.

Ein Komitee für el. Fahrzeuge[7]) gibt die Eigenschaften bekannt, die die in solchen verwendeten Amperestundenzähler haben sollten (Aushalten von 400% Überlastung für 1 min; Zifferblattdurchmesser 2,5 bis 3,5 Zoll; rückstellbarer Zeiger; Angaben bei Entladung auf 5% genau von $^1/_{10}$ bis 200% Überlastung usw.).

Crothers[8]) hatte früher die Methode von Agnew zur Prüfung von Stromwandlern angewandt. Hierbei werden die Fehler (Stromfehler und Fehlwinkel) des unbekannten Wandlers unter Verwendung von zwei Wattstundenzählern, deren Stromspulen einmal mit der Sekundärspule eines Normalwandlers und einmal mit der des unbekannten Wandlers in Reihe geschaltet werden, auf die bekannten Fehler des Normalwandlers zurückgeführt. Crothers beschreibt jetzt, wie man einen Stromwandler durch Aufbringung verschiedener Primärwindungen für die obige Vergleichsmessung als Normalwandler für verschiedene Übersetzungen einrichten kann und wie man durch eine ähnliche Methode wie oben beim Vergleich zweier Wandler ebenfalls mittels zweier Wattstundenzähler die Fehler desselben ermitteln kann. Da bei der Methode die Wattstundenzähler einmal in den sekundären und einmal in den primären Kreis geschaltet werden und die Zählerkonstanten in beiden Fällen dieselben sein müssen, ist sie nur anwendbar, wenn der Wandler das Übersetzungsverhältnis 1 hat. Crothers fand jedoch, daß bei Verwendung eines kreisringförmigen Eisenkörpers, über den die Sekundärwicklung gleichmäßig verteilt ist, die Fehler des Wandlers praktisch unabhängig sind von der primären Bewicklung.

Zur Messung der Blindleistung bei Drehstrom[9]) kann man zwei Wattmeter verwenden, deren Spannungsspulen man mit den Sternspannungen erregt, welche auf den nach der Aronschen Schaltung zur Messung der Wirkleistung zu benutzenden Linienspannungen senkrecht stehen (Sternschaltung der beiden Spannungsspulen und eines gleichen induktionslosen Widerstandes). Die Angaben der Wattmeter hat man mit $\sqrt{3}$ zu multiplizieren. Die Methode setzt natürlich ein gleichseitiges Spannungsdreieck voraus, jedoch sind die Fehler, wie Versuche zeigten, auch bei ungleichseitigem Spannungsdreieck klein.

Die 90^0-Verschiebung der Induktionszähler, die für einen bestimmten Verbrauchsstrom I eingestellt wurde, ist bekanntlich für andere Stromstärken nicht mehr genau erfüllt (Abweichung δ), weil der Winkel zwischen Φ_I und I sich mit I ändert. Über die Änderung von δ mit I wurden in der Reichsanstalt Versuche angestellt[10]). Die Verschiebung φ wurde solange geändert, bis der Zähler stillstand, dann ist $\delta = \varphi - 90^0$; φ wurde mit dem Wattmeter bestimmt. Um die Reibung zu eliminieren, wurde die Scheibe an einem dünnen Faden aufgehängt; der Spannungsvortrieb war eliminiert. Die größte Änderung von δ zwischen 5% und 100% Stromlast betrug 40 min und zwar fiel die gegenseitige Verschiebung zwischen Strom- und Spannungsfeld bei steigendem Strom.

Hommel[11]) bestimmt durch einen einfachen Auslaufsversuch das mittlere Reibungsmoment M_R eines Zählers. Es sei ω_1 die Winkelgeschwindigkeit des Ankers bei Nennlast, K sein Trägheitsmoment; dann ist die kinetische Energie, die er bei Nennlast besitzt $A = \frac{1}{2} K \cdot \omega_1^2$. Wir bringen nun den Anker, natürlich bei herausgenommenen Bremsmagneten, auf diese Geschwindigkeit und

lassen ihn auslaufen, bis er nach t Sekunden stillsteht. Die Energie A des Ankers wird dabei durch die Reibung aufgezehrt und es ist $M_R \cdot \omega_m \cdot t = \frac{1}{2} K \cdot \omega_1^2$, wenn ω_m die mittlere Geschwindigkeit zwischen ω_1 und 0 bei der Auslaufkurve ist. Hommel setzt nun annähernd $\omega_m = \frac{1}{2} \omega_1$, so daß also $M_R = \frac{K \cdot \omega_1}{t}$ wird. Ist z. B. $n_1 = 0{,}64$ die sekundliche Drehzahl bei Nennlast, also $\omega_1 = 2\pi \cdot n_1 = 4{,}02$, $t = 70$ s und $K = 324$ cm² g, so ergibt sich $M_R = 18{,}6$ cm × Dyn = 0,019 cmg. Nach dem Schmiedelschen Verfahren, welches bekanntlich das Reibungsmoment für jede einzelne Geschwindigkeit zu bestimmen gestattet, waren als zusammengehörige Werte für verschiedene sekundliche Drehzahlen und Reibungsmomente die folgenden Werte gefunden worden: 0,25 0,0162; 0,5 0,0208; 0,64 0,0237.

Bei der selbsttätigen Zählereichvorrichtung von Estel[12]) ist auf den Scheibenrand eine Spitze aufgesetzt, die bei jeder Umdrehung kurz an einer Kontaktfeder vorüberstreift und dadurch einen Gleichstrom schließt, der von der Zählerachse radial nach der Spitze fließt. Die Kontaktfeder wird an eine solche Stelle gebracht, daß der Strom zwischen den Polen des Bremsmagnets hindurchfließt und daher während der Kontaktdauer ein positives Drehmoment ausübt, welches die Kontaktreibung ausgleicht. Der Strom schaltet über Zwischen- und Hauptrelais bei jeder Umdrehung eine Scheibe um einen Zahn vorwärts. Letztere trägt zwei Stifte, einen festen und einen je nach der Umdrehzahl, die man abzählen will, einstellbaren, und diese Stifte besorgen mittels Relais das Ein- und Ausrücken der Stoppuhr.

Thiesen[13]) behandelt in einem langen Aufsatz die einfachen theoretischen Grundlagen der Zähler, ihrer Eichung und der einschlägigen Messungen. Am Schlusse bespricht er die Faktoren, welche für den Wert eines Zählers in der Praxis maßgebend sind. Diese stellt er in einer Formel zusammen und berechnet einen »Gütefaktor« des Zählers. Leider sind die Ausführungen Thiesens sehr oft irreführend und gelegentlich falsch, worauf Hörner und Kopp hinweisen. Besonders zeigt letzterer, wie derartige Formeln zur Bildung eines »Gütefaktors«, bei denen ganz ungleichartige Größen, z. B. der prozentuale Fehler und $\frac{1}{10}$ der Drehzahl usw., addiert werden, gar keinen physikalischen Sinn haben und oft zu Trugschlüssen führen.

Hommel[14]) leitet auf analytischem Wege die Fehlerkurven der Pendelzähler ab.

Konstruktionen. Schmidt[15]) beschreibt die Selbstverkäuferkonstruktionen der verschiedenen Firmen. — Der neue Wechselstromzähler von Lubach[16]) wird beschrieben; er besitzt bei 220 V 1,2 W Nebenschlußverbrauch und 5 cmg Drehmoment, die minutliche Drehzahl beträgt 55 bis 60. — Die Firmen Matthes, Schorch und Müller[17]) haben neue Zählertafeln konstruiert. — Friedrich[18]) beschreibt die Zählerprüfeinrichtungen von S & H. — Bei dem neuen Strombegrenzer von Aron[19]) dient eine Regulierschraube für die Regelung der Ansprechstromstärken und eine zweite für die Regelung der Anzahl der Unterbrechungen.

Tarife und Tarifapparate. Beim Blindverbrauchzähler BVDc der AEG[20]) erhalten die Spannungsspulen wie üblich eine Verschiebung des Feldes gegen die Spannung von $60 + \psi_I{}^0$, wenn ψ_I die Verschiebung des Stromflusses gegen den Strom bedeutet und werden an die Spannungen RS bzw. TR angeschlossen, wenn ihre Stromspulen in die Leitungen R bzw. S eingeschaltet werden. — Stubbings[21]) behandelt die Messung des Blindverbrauchs. Er weist darauf hin, daß die Beziehung $N^2_s = \sqrt{N^2 + N_b^2}$ (N_s Scheinleistung, N Wirkleistung, N_b Blindleistung) bei ungleichbelasteten Drehstromanlagen nur dann gilt, wenn die drei Leistungsfaktoren einander gleich sind. Ferranti liefert einen Blindverbrauchzähler für Drehstrom, bei dem zur Erregung der Spannungsspulen dieselben Spannungen benutzt werden wie beim Wirkverbrauchszähler; es sind also Strom- und Spannungsfeld in Phase, wenn Strom und Spannung an der

Spannungsspule in Phase sind. Er zeigt auch dann richtig, wenn die Spannungen eine von 120° abweichende Verschiebung haben; was bekanntlich bei den meisten Blindverbrauchszählern, die für die Erregung der Spannungsspule andere Spannungen benutzen, nicht genau zutrifft. Die englische Arongesellschaft liefert einen Maximumzeiger, der kVA anzeigt, wobei die Angaben eines Wirk- und eines Blindmaximumzeigers nach der Formel $\sqrt{N^2 + N_b^2}$ mechanisch zusammengesetzt werden (Englisches Patent 130485, 1919); ferner entwickelt Stubbings die Näherungsformel $\cos\varphi = \frac{1}{2}(1 + \sin 90^\circ \cdot x)$ zur Berechnung der Verschiebung φ im gleichbelasteten Drehstromnetz, wenn $x = \alpha_1$, α_2 die Ablesungen von zwei einphasigen Zählern in Aronschaltung bedeuten.

Turnbull[22]) vergleicht einen induktiv belasteten Generator mit einem Ölmotor, dessen Kolben während des größten Teiles eines Spieles Arbeit an das Schwungrad abgibt, während eines kleinen Teiles (der Kompressionsperiode) aber von letzterem angetrieben wird, also Arbeit aufnimmt, ebenso wie der el. Generator während des Teiles der Periode, in der Strom und Spannung entgegengesetzt gerichtet sind, aus dem Netz Arbeit aufnimmt.

Kopp[23]) kritisiert die verschiedenen zur Messung des phasenverschobenen Stromes in Betracht kommenden Anordnungen und schlägt dann einen Einphasenzähler vor, der den Wirkverbrauch und einen bestimmten, einstellbaren Bruchteil des Blindverbrauches mißt. Es wirkt dabei ein Spannungsfeld Φ_K, welches z. B. 60° gegen die Spannung nacheilt, mit zwei Stromfeldern Φ_{J_I} und $\Phi_{J_{II}}$ zusammen auf dieselbe Scheibe. Φ_{J_I} eilt dem Verbrauchsstrom I um 30° vor; $\Phi_{J_{II}}$ um 60° nach; letzteres kann z. B. durch Kurzschlußringe auf dem Stromeisen erzielt werden. Φ_{J_I} bewirkt die Wirkverbrauchs-, $\Phi_{J_{II}}$ die Blindverbrauchsmessung. Die Stromspule *II* ist so gewickelt, daß $\Phi_{J_{II}}$ bei induktivem Blindverbrauch in demselben Sinne zieht wie Φ_{J_I}, so daß also bei gleicher entnommener Leistung der Zähler bei induktivem Blindverbrauch mehr, bei kapazitivem weniger zeigt als bei $\cos\varphi = 1$. Die praktische Ausführung eines solchen Zählers, der von Frequenz und Temperatur genügend unabhängig ist, dürfte schwierig sein. Bei Drehstrom werden zwei solche Systeme in Aronschaltung verwendet.

Busch[24]) bemängelt an dem Koppschen Zähler die schwere Verständlichkeit seiner Angaben, die ja eine Addition verschiedenartiger Größen darstellen, weshalb der Apparat auch nicht beglaubigungsfähig ist, sowie die Schwierigkeit bei Veränderung des Tarifs den Bruchteil des Blindverbrauches beliebig einzustellen. Er schlägt vor, mittels kWh-Zählers und Ah-Zählers den Wirkverbrauch und Scheinverbrauch zu messen. Der Quotient gäbe einen Mittelwert für $\cos\varphi$.

Stubbings[25]) bespricht die Arnosche Tarifierung, nach welcher der stündlich zu bezahlende Betrag proportional ist mit $\frac{n-1}{n} \cdot EI\cos\varphi + \frac{1}{n} EI = EI\cos\varphi + \frac{1}{n}(EI - EI\cos\varphi)$. Für dieselbe VA-Zahl hat man also stündlich bei $\cos\varphi = 0$ den $n$ten Teil zu bezahlen, wie bei $\cos\varphi = 1$. Den Klammerausdruck nennt Stubbings die »excess VA«, d. h. die unnötige Erhöhung der VA durch die Phasenverschiebung. Der Verkaufspreis der kWh ändert sich also nach Arno wie $1 + \frac{1}{n}\left(\frac{1}{\cos\varphi} - 1\right)$ und ist für $\cos\varphi$ gegenüber $\cos\varphi_0$ im Verhältnis

$$1 + \frac{1}{n}\left(\frac{1}{\cos\varphi} - 1\right) : 1 + \frac{1}{n}\left(\frac{1}{\cos\varphi_0} - 1\right)$$

$$\approx 1 + \frac{1}{n}\left(\frac{1}{\cos\varphi} - \frac{1}{\cos\varphi_0}\right) = 1 + \frac{1}{n}\left(\sqrt{1 + tg\,\varphi} - \frac{1}{\cos\varphi_0}\right) = m$$

höher. Die American Gas & Electricity Co. stuft ihren kWh-Preis entsprechend dieser Beziehung ab, und zwar setzt sie $n = 3$. Ferner sieht diese

Gesellschaft als normalen Leistungsfaktor $\cos \varphi_0 = 0{,}85$ an und kalkuliert den kWh-Preis unter Zugrundelegung dieses Wertes; er sei p Cents. Für irgendein anders φ ist er $p \cdot m$, wo m aus vorstehender Formel zu berechnen ist, indem man $n = 3$, $\cos \varphi_0 = 0{,}85$ und für $\operatorname{tg} \varphi$ das Verhältnis der Angaben des Blindverbrauchzählers zum Wirkverbrauchzähler des betreffenden Abnehmers einsetzt; einige zusammengehörige Werte von $\cos \varphi$ und m sind z. B. 1,0 0,95; 0,85 1,00; 0,7 1,07; 0,6 1,16.

Brown[26]) benutzt in Drehstromanlagen zur Messung des Wirkverbrauchs und des Blindverbrauchs zwei gewöhnliche Drehstrom-Wattstundenzähler A und B; A ist in der bekannten Weise (Aronschaltung) angeschlossen. Die Stromspulen von B sind mit denen von A in Reihe geschaltet, jedoch sind bei B zum Anschluß der Spannungsspulen Spannungen benutzt, welche auf denjenigen Linienspannungen senkrecht stehen, an denen die Spannungsspulen von A angeschlossen sind. Auf diese Weise wirkt eben der Wattstundenzähler B in der Anlage als Blindverbrauchszähler. Solche auf den Linienspannungen senkrecht stehende Spannungen kann man z. B. erzeugen, indem man drei Spannungswandler, welche in der Mitte der Sekundärspule Anzapfungen besitzen, primär und sekundär in Dreieck schaltet. Bezeichnet man die Punkte, in denen die drei Sekundärwicklungen zusammenstoßen, mit R_2, S_2, T_2, so steht bekanntlich die Spannung zwischen S_2 und dem Mittelpunkt von R_2, T_2 auf der Spannung R_2, T_2 senkrecht. Da in diesem Falle die auf B wirkende Spannung nur 86,7% der auf A wirkenden beträgt (Höhe des gleichseitigen Dreiecks gegenüber seiner Seitenlänge), so sind die Angaben des Zählers B mit 1,15 zu multiplizieren, um den Blindverbrauch zu erhalten. Natürlich ist diese Methode auch darauf angewiesen, daß die Linienspannungen ein gleichseitiges Dreieck bilden, denn nur dann stehen die Transversalen auf den Seiten senkrecht. Die um 90^0 gegen die Linienspannungen verschobenen Spannungen kann man natürlich auch durch drei Spannungswandler erzeugen, die primär und sekundär in Stern geschaltet sind. Man hat dann einfach die sekundären Sternspannungen zu benutzen.

Ott[27]) bespricht die für die verschiedenen Tarife notwendigen Apparate (Relais-Doppeltarif-, Maximum-, Sinus-, E^2t- und I^2t-Zähler).

[1]) Helios Fachz. S 456. — [2]) Keller, El. World Bd 75, S 587, 601. — [3]) Müller, EW S 191, 207. — [4]) Freyer, Mitt. Ver. EW S 121. — [5]) Solomon, El. Rev. (Ldn.) Bd 86, S 741. — Sclar, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 61. — Robertson, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 428. — [6]) Sylvester, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 228. — [7]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 695. — [8]) Crothers, El. World Bd 75, S 319. — [9]) Z. Instrk. S 136. — [10]) Z. Instrk. S 138. — [11]) Hommel, El. Masch.-Bau S 81. — [12]) Estel, ETZ S 269. — [13]) Thiesen, Helios Fachz. S 35, 45, 53. — Hörner S 190. — Kopp S 191. — [14]) Hommel, Arch. El. Bd 9, S 167. — [15]) Schmidt, EW S 251, 269, 285, 333, 347, 366, 387. — [16]) Helios Fachz. S 4583. — [17]) Helios Fachz. S 2698, 791, 3270. — [18]) Friedrich, Helios Fachz. S 2307. — [19]) Helios Fachz. S 3265. — [20]) Mitt. AEG S 97. — [21]) Stubbings, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 505. — [22]) Turnbull, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 569. — [23]) Kopp, ETZ S 772, 790. — [24]) Busch, ETZ S 970. — [25]) Stubbings, El. Rev. (Ldn.) Bd 87, S 634. — [26]) Brown, El. World Bd 75, S 721. — [27]) Ott, El. Anz. S 981, 987.

Elektrische Messungen und Meßverfahren, Hilfsmittel für Messungen.

Von Dr.-Ing. Georg Keinath.

Widerstände und Widerstandsmessung. Der Temperaturkoeffizient von sechs manganinähnlichen Kupfer-Mangan-Nickel-Eisen-Legierungen ist im Bureau of Standards von Rosa[1]) untersucht worden, die Ergebnisse sind graphisch dargestellt. Die Kurven lassen erkennen, daß für jede der geprüften Legierungen der Temperaturkoeffizient bei einer bestimmten Temperatur zu Null wird, um dann bei höherer Temperatur negativ zu werden. Ist der Temperaturkoeffizient

bei 20° C = Null, so steigt er für höhere Temperaturen (40 bis 50° C) schnell an auf Werte bis zu — 0,003% für 1° C. Es wird noch betont, daß beim Glühen Oxydbildung unbedingt vermieden werden muß, und daß zur Alterung der Drähte das fünfstündige Verweilen in einem Ölbad bei 150° C ausreicht.

Die Fa. R. Abrahamson[2]) veröffentlicht eine Zusammenstellung der von ihr gebauten verschiedenen Typen und Schaltungen von Gleitwiderständen. Bemerkenswert sind darin Konstruktionen, bei denen die Verstellung des Widerstandes durch Drehen eines Knopfes erfolgt und bei denen auf dem Schieber ein kleiner Strommesser angebracht ist, auf dem die Belastung des Widerstandsdrahtes abgelesen werden kann.

Skaupy und Ewest[3]) haben hohe Widerstände in Form von Glühlampen gebaut, bei denen auf einem isolierenden Träger, in der Regel Glas, eine dünne Graphitschicht niedergeschlagen ist. Es sollen Widerstandswerte von 1000 bis 500000 Ω auf diese Weise hergestellt werden können; sie dürfen mit etwa 30 W belastet werden. Der Temperaturkoeffizient beträgt 0,06 bis 0,08% für 1 Grad, die Phasenverschiebung ist unmeßbar klein.

Eine andere Art von Widerständen, die sog. »Multohm«-Widerstände, wird von W. Hofmann[4]) beschrieben. Auch bei ihnen wird auf einem stabförmigen Nichtleiter eine leitende Kohlenstoffschicht aufgetragen. Der Temperaturkoeffizient der »Multohm II«-Widerstände beträgt nur 0,02% für 1°, die Widerstände gehen von 1000 Ω bis 1 MΩ, die Übertemperatur beträgt bei 1 W/cm² 230° C.

Zur Messung kleiner Widerstände können auch die gebräuchlichen Isolationsmesser mit eingebautem kleinen Kurbelinduktor, in Verbindung mit einem Milliamperemeter, verwendet werden[5]). Die Methode setzt die Verwendung von hochempfindlichen Milliamperemetern voraus, andernfalls werden die Ausschläge zu klein.

Elektrolytische Widerstände. Über deren Messung mit Wechselstrom berichtet Haworth[6]). Benutzt wurde dazu eine Wechselstrombrücke mit einem Duddellschen Vibrationsgalvanometer als Nullinstrument. Es wurde gefunden, daß der Widerstand der Elektrolyten zwischen 100 und 1000 Per/s unabhängig von der Höhe der Frequenz ist, vorausgesetzt, daß die Potentialelektroden außerhalb der Bahn des Hauptstromes liegen.

Kondensatoren. Von dem Glaswerk Schott & Gen.[7]) in Jena sind neue Glasplattenkondensatoren hergestellt worden. Das verwendete Minosglas hat eine Dielektrizitätskonstante von 8,5. Die Durchschlagsfestigkeit beträgt 50 kV/mm. Die Verluste sind sehr gering, der Verlustwinkel betrug 4 bis 5′, das logarithmische Dekrement lag unter 0,002. Der Aufbau ist ähnlich wie bei den Glimmerkondensatoren. Durch ein besonderes Verfahren wird das Sprühen vermieden.

P. Bunet[8]) gibt in einer ausführlichen Abhandlung die Ableitung der Formeln für die Kapazität verschiedener Leitergebilde und beschäftigt sich auch mit der praktischen Ausführung von Kondensatoren mit Luft- und Ölisolation für Scheinleistungen von 1000 bis 1500 kVA zum Einbau in Starkstromnetze. Der Preis dieser Kondensatoren wird auf 25 bis 30000 Goldfranken berechnet.

Wechselstrommeßbrücke. Benutzt man für niedrige Frequenz die Wechselstrommeßbrücke mit dem Telephon als Nullinstrument, so stört es, daß das menschliche Ohr nicht empfindlich genug ist. Es muß für die Frequenz 50 etwa einen 10^8mal stärkeren Tonimpuls erhalten als für die Frequenz 1000. Lübke[9]) berichtet über eine von Barkhausen vorgeschlagene Einrichtung, bei der der Niederfrequenzstrom durch einen Unterbrecher oder Summer zerhackt wird, um die Hörbarkeit zu verbessern. Unter Verwendung von Verstärkern konnte die Empfindlichkeit auf den 10000fachen Wert, bezogen auf die das Telephon erregende Wechselspannung von 50 Per/s gebracht werden.

Der gleiche Weg ist von Schering und Engelhardt[10]) in der PTR eingeschlagen worden; sie haben als Unterbrecher eine schwingende Stahlseite

benutzt oder einen Summer. Das Vibrationsgalvanometer wird, von Spezialfällen abgesehen, als bequemer bezeichnet als ein derart verwendetes Telephon.

Die Messung von Induktivitäten und Kapazitäten hat praktisch große Bedeutung erlangt, und es sind bereits an vielen Stellen möglichst vielseitig verwendbare Meßeinrichtungen durchgebildet worden. Eine Universalmeßbrücke dieser Art wurde von Drysdale[11]) angegeben. Der Aufsatz bringt noch eine große Zahl von Schaltbildern zum Gebrauch der Wechselstrombrücke für die verschiedensten Messungen und Beschreibungen der Meßmethoden.

Eine neue Methode zur Messung kleiner, gegenseitiger Induktivitäten von etwa 10^{-2} H bei Wechselstrom von 50 Per/s ist auch von Schering und Engelhardt[12]) in der PTR. ausgearbeitet worden.

Strommessung. Die Verwendung von Verstärkerröhren zur Messung schwacher Wechselströme ist weiter gediehen[13]). Die Empfindlichkeit ist ausreichend hoch, das verwendete Zeigermillivoltmeter nach dem Drehspulsystem gibt bei 60 bis 100 mV Wechselspannung bereits den Höchstwert der Skala an. Mit einer solchen Meßeinrichtung können auch sehr kleine Induktivitäten und Kapazitäten gemessen werden, z. B. die Kapazität zweier verseilter Leitungen von einigen Zentimetern Länge und die Kapazität einer isolierten Kugel von der Größe einer Stecknadel.

Zur Messung starker Gleichströme auf große Entfernungen hatte Besag ein neues Verfahren angegeben (JB 1919, S 182). Dazu schreibt Ring[14]), daß von ihm bereits 1913 ein anderes Verfahren erdacht wurde, bei dem die Erregung einer mit konstanter Drehzahl laufender Kleindynamo durch den zu messenden Strom geändert wurde. Die erzeugte Spannung ist ein Maß für die Stärke des beeinflussenden Gleichstromes und kann in bekannter Weise auf große Entfernung gemessen werden.

Messung von Hochfrequenzströmen. Bisher hielt man im allgemeinen nur thermische Meßgeräte zur Messung von Hochfrequenzströmen geeignet. Auf Grund von Versuchserfahrungen gibt Keinath[15]) die ungefähren Fehlergrößen an, die bei Verwendung nicht nur von Hitzdrahtinstrumenten verschiedener Ausführung, sondern auch von Dreheiseninstrumenten und elektrodynamischen Instrumenten bei Strom- und Spannungsmessungen entstehen. Die mitgeteilten Werte lassen erkennen, daß Dreheiseninstrumente der Flachspultype, wie sie z. B. von S & H gebaut werden, für Mittelfrequenz bis max. 1000 Per/s noch sehr gut verwendbar sind und sich damit eine Genauigkeit von etwa 1% erreichen läßt.

Leistungsmessung. Die Leerlaufverluste von Hochspannungskabeln sind in der PTR auf Anregung von Schering[16]) durch Semm[17]) in einer Brückenmethode bestimmt worden. Als verlustlose Normalkapazität wurde ein Zylinderluftkondensator nach Petersen verwendet, als Nullinstrument ein Nadelvibrationsgalvanometer nach Schering und Schmidt. Es wurde damit die Abhängigkeit der Leerlaufverluste von Kabeln mit der Beanspruchungsdauer beobachtet.

Bei einem Kabel für 15 kV Betriebsspannung betrugen die Verluste bei 15 und 20 kV nur etwa 5 kW/km, bei 30 kV stiegen sie aber in 30 min von 11 auf 47 kW/km an. Auch die Verluste in Durchführungsisolatoren wurden in der gleichen Weise bestimmt.

Frequenzmessung. Die Wechselstrommeßbrücke ist von Schering und Engelhardt[18]) auch zur Frequenzmessung durchgebildet worden unter Verwendung von Widerständen, Induktivitäten und Kapazitäten. Die Messung ist bei 50 Per/s auf 0,1% genau, bei 1000 Per/s auf etwa 1% absolut, 0,1% relativ.

Meßwandler. Der Bau von Meßwandlern für Stromstärken über 10000 A bereitet nicht unerhebliche Schwierigkeiten, weil solche Wandler leichter beeinflußbar sind durch benachbarte Rückleitungen und den örtlichen Verhältnissen nicht leicht anzupassen sind. Keinath[19]) hat einen Wandler für hohe Stromstärken entworfen, von ihm »Kettenstromwandler« genannt, der aus

geraden, bewickelten Einzelgliedern für je 1000 bis 2000 A besteht, die nach Art einer Kette zusammengesetzt werden. Es werden Meßergebnisse mitgeteilt, aus denen hervorgeht, daß der Wandler sehr kleine Fehlergrößen aufweist, auch dann, wenn er beträchtliche Energiemengen abgibt.

Goldstein[20]) gibt für die Leistungsmessung in Drehstromnetzen mit ungleicher Belastung der drei Zweige die Rechnungsmethoden an zur Berücksichtigung der Übersetzungs- und Winkelfehler der verwendeten Strom- und Spannungswandler. Bei Verwendung ungleicher Wandler gibt es immer eine günstigste Verteilung der Wandler mit dem kleinsten resultierenden Fehler. Die Rechnung gibt die Unterlagen zur Ermittlung der günstigsten der vier möglichen Kombinationen.

Der Übersetzungs- und Winkelfehler von Meßwandlern werden in Deutschland schon seit längerer Zeit mit Hilfe des Wechselstromkompensators gemessen. Ein anderes Verfahren ist von Gall[21]) veröffentlicht worden, bei dem die Fehlergrößen für jede Art der Belastung durch drei Spannungsmessungen ermittelt werden. Der Übersetzungsfehler läßt sich auf 0,1% genau bestimmen. Die Methode ist sowohl für Strom- als auch für Spannungswandler durchgebildet worden.

Die Fehlergrößen der Meßwandler werden durch Übermagnetisierung des Eisenkernes und den verbleibenden remanenten Magnetismus unter Umständen erheblich geändert. Bis jetzt lagen darüber keine einwandfreien Versuche vor. In der PTR[22]) sind bei verschiedenen Wandlertypen die Fehlergrößen bei mehr oder minder starker Remanenz beobachtet worden, auch wurden Versuche über die zweckmäßigste Art der Entmagnetisierung angestellt. Wandler aus legiertem Blech verhalten sich etwas günstiger als solche aus Dynamoblech. Der Übersetzungsfehler bei vollem Strom ändert sich um 0,1 bis 0,3%, der Fehlwinkel um 5 bis 10′. Die Entmagnetisierung erfolgt in der Weise, daß man den Wandler auf der Sekundärseite bei offenen Klemmen mit einem Wechselstrom von höchstens 200 mA beschickt, den man stetig bis auf etwa 3 mA abnehmen läßt.

Schaltbilder. Terven[23]) weist darauf hin, daß die üblichen Schaltbilder el. Meßgeräte und Relais durch gleichzeitige Aufzeichnung des Vektordiagrammes der Ströme und Spannungen verständlicher gemacht werden können und auch leichter Fehler darin gefunden werden. Für eine Anzahl der gebräuchlichsten Transformatoren- und Instrumentschaltungen wird das Vektordiagramm gezeichnet.

Fernablesung. Zur Benutzung mit dem neuen absoluten Hochspannungsvoltmeter nach Palm (s. S 181) ist bei der Firma Hartmann & Braun auch eine Fernablesung für Zeigermeßinstrumente durchgebildet worden[24]), bei der das Fernrohr im Abstand der Zeigerlänge um eine mit der Zeigerachse zusammenfallende Achse schwenkbar ist, zu dem Zwecke, parallaxenfreie Ablesung bei jeder Zeigerstellung zu ermöglichen.

Erzeugung von Hochfrequenzströmen. Zur Verwendung bei elektrophysiologischen Versuchen hatte Gildemeister bereits früher (JB 1919, S 184) einen Lichtbogen-Wechselstromerzeuger angegeben[25]). Neuerdings hat er einen akustischen Wechselstromerzeuger gebaut, der unter Verwendung eines alten Siemens-Telephons, Resonanzröhren, Kondensatoren und Transformatoren zusammengestellt ist. Es lassen sich Frequenzen von 230 bis 2200 erzeugen, die Leistung reicht für Meßzwecke vielfach aus.

[1]) El. World Bd 75, S 941. — [2]) Helios Exp.-Z. S 447, 527. — [3]) F. Skaupy u. H. Ewest, Z. techn. Phys. S 167. — [4]) W. Hofmann, Z. techn. Phys. S 256. — [5]) W. Fuhrmann, ETZ S 452. — [6]) H. F. Haworth, Electr. (Ldn.) Bd 85, S 443. — [7]) Helios Exp.-Z. S 159. — [8]) P. Bunet, Rév. Gén. El. Bd 8, S 237. — [9]) E. Lübke, Z. techn. Phys. S 227. — [10]) Schering u. Engelhardt, Z. Instrk. S 123. — [11]) C. V. Drysdale, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 80, 108. — [12]) Schering u. Engelhardt, Z. Instrk. S 122. — [13]) Abraham, Rev. Gén. El.

Bd 8, S 418. — [14]) Ring, ETZ S 97. — [15]) G. Keinath, Z. Fernmeldet. S 7, 20. — [16]) Schering, Z. Instrk. S 124. — [17]) A. Semm, Arch. El. Bd 9, S 30. — [18]) Schering u. Engelhardt, Z. Instrk. S 123. — [19]) G. Keinath, ETZ S 788. — [20]) J. Goldstein, Bull. Schweiz. EV S 304. — [21]) C. Gall, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 603. — ETZ S 591. — [22]) V. Engelhardt, ETZ S 647. — [23]) L. A. Terven, El. World, Bd 75, S 60. — [24]) A. Palm, ETZ S 470. — [25]) M. Gildemeister, ETZ S 91.

Magnetismus.

Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. E. Gumlich.

Theorie des Magnetismus. Einen interessanten und leicht zu übersehenden Versuch zur mathematischen Fassung der ferromagnetischen Grunderscheinungen macht Kelen[1]), indem er ausgeht von der Verstärkung, welche ein äußeres Feld an einer bestimmten Stelle im Innern eines ferromagnetischen Körpers dadurch erfährt, daß die im neutralen Zustand befindlichen Moleküle sich gegeneinander verdrehen. Unter der Annahme, daß die Größe des Verdrehungswinkels durch die Direktionskraft, welche die Moleküle nach der Ruhelage zurückzuführen sucht, und durch einen Reibungswiderstand von bestimmter Art bedingt wird, kommt er zunächst zu einem Ausdruck, welcher einer rechteckigen Hystereseschleife entspricht, wie sie bei einzelnen Kristallen von Eisen, Magnetit, Pyrrotin usw. beobachtet wurde, die aber in die gewöhnliche Form der Hystereseschleife übergeht, wenn man die angenommene Reibung auf Grund der Wahrscheinlichkeitsrechnung variiert. Das gefundene Integral läßt sich nur durch ein Näherungsverfahren auswerten, man erhält aber dann Ausdrücke, aus denen sich eine Anzahl experimentell gefundener Gesetze über die Form der Hystereseschleifen, die Abhängigkeit der Hysteresearbeit von der Höhe der Induktion usw. ergibt, was für die Gangbarkeit des eingeschlagenen Weges zu sprechen scheint, wenn auch einzelne Annahmen zu Bedenken Veranlassung geben. — Auch Gans[2]) ist es durch Einführung eines molekularen Feldes bei den ferromagnetischen Materialien und Honda und Okubô[3]) durch mathematische Bearbeitung der Ewingschen Molekulartheorie auf Grund hier nicht wiederzugebender umfangreicher Rechnungen gelungen, in der theoretischen Herleitung der Magnetisierungsvorgänge und einer Anzahl bekannter Gesetze einen erheblichen Schritt vorwärts zu kommen.

P. Weiß hat früher das übrigens keineswegs allgemein gültige Curiesche Gesetz $\varkappa \cdot T$ = konst. ($\varkappa$ = Suszeptibilität, T = abs. Temperatur) auf Grund der Langevinschen Theorie für feste Stoffe unter der Annahme abgeleitet, daß auch hier die Moleküle als Träger der Elementarmagnete frei drehbar seien, später aber, als diese Ansicht sich als unhaltbar erwies, daß es genüge, wenn die Moleküle an feste Gleichgewichtslagen gebunden seien, um welche sie die Temperaturschwingungen ausführen. Stern[4]) hat nun in den Weißschen Ableitungen einen Rechenfehler gefunden, infolgedessen sich das Ergebnis gerade umkehrt, so daß also die Suszeptibilität eines derartigen Stoffes in erster Annäherung von der Temperatur unabhängig sein würde. Somit kann das Curiesche Gesetz für Körper mit Molekülen, welche um Gleichgewichtslagen schwingen, nicht gelten, sondern nur für frei drehbare Moleküle, und da dies die Moleküle im Kristall sicher nicht sind, so zieht der Verfasser daraus den Schluß, daß nicht die Moleküle als Träger des magnetischen Moments anzusehen seien, sondern wahrscheinlich die Ionen. — Auch Lenz[5]) wendet sich gegen die Weißsche Annahme. Er setzt, ausgehend von der spontanen Sättigung der Magnetit- und Pyrrotinkristalle, welche zwar nicht ihrer Größe, wohl aber ihrer Richtung nach durch ein äußeres Feld geändert werden kann, an Stelle der freien Drehbarkeit die Möglichkeit des Umklappens der Elementarmagnete von einer in eine andere Gleichgewichtslage und leitet auf Grund dieser Annahme

tatsächlich in erster Annäherung die Gültigkeit des Curieschen Gesetzes ab. — In einer anderen Richtung geht Pauli[6]) gegen die Weißsche Theorie vor. Bekanntlich hat P. Weiß auf Grund der Langevinschen Theorie als Einheit des magnetischen Moments pro Mol den Wert 1123,5 gefunden und damit eine fast durchweg ganzzahlige, für die meisten Stoffe ziemlich große Magnetonenzahl p abgeleitet, während sich nach dem Bohrschen Modell statt dessen der Wert 5584 und dementsprechend eine viel geringere Magnetonenzahl n ergibt, die von vornherein die größere Wahrscheinlichkeit für sich haben würde. Die Tatsache nun, daß p kein Vielfaches von n ist, läßt sich nach Pauli auf Grund der Quantentheorie verstehen. Nach dem Maxwellschen Verteilungsgesetz ist das Moment $\mathfrak{M}$ pro Mol durch die Gleichung $\mathfrak{M} = \mu^2 \mathfrak{H}\, \overline{\cos^2 \Theta} / R \cdot T$ gegeben, in der Θ die Winkel bezeichnet, die die Richtungen der magnetischen Achsen mit der Richtung des äußeren Feldes einschließen. Kann nun Θ stetig alle möglichen Werte annehmen, dann wird der Mittelwert $\overline{\cos^2 \Theta} = 1/3$, und man gelangt zur Langevinschen Formel, welche der Weißschen Rechnung zugrunde liegt. Nach der Quantentheorie ist das aber nicht der Fall; hier kann $\cos \Theta$ nur die rationalen Werte $\pm\, \mathfrak{k}/n$ annehmen ($\mathfrak{k} = 1, 2, 3 \ldots n$), und damit wird $\overline{\cos^2 \Theta} = 1/3 \cdot (n+1)(2n+1)/2n^2$, wobei n die Quantenzahl der Drehimpulse und zugleich die Zahl der Magnetonen bezeichnet. Der nach der Langevinschen Formel berechnete Wert ist also gar nicht das wirkliche magnetische Moment der Substanz, sondern nur ein scheinbares, und dem entspricht eine scheinbare Magnetonenzahl p, die mit der wahren Magnetonenzahl n durch die Beziehung $p = \sqrt{1/2\,(n+1)\,(2n+1)}$ zusammenhängt; nur für große Werte von n wird p annähernd gleich n. Eine Prüfung dieser Theorie an den beiden einzigen paramagnetischen Gasen O_2 und NO scheint dem Verfasser, der den Weißschen Magnetonen überhaupt keine Realität zuschreibt, recht zu geben. — Anderseits weist P. Weiß[7]) darauf hin, daß nur bei den Stoffen, welche das Curiesche Gesetz $\varkappa T =$ konst. befolgen, wie bei den paramagnetischen Gasen und den Lösungen paramagnetischer Salze, die Bestimmung der spezifischen Suszeptibilität bei einer einzigen Temperatur zur Berechnung des magnetischen Atommoments bzw. der Magnetonenzahl genügt, nicht aber bei den festen paramagnetischen Salzen, bei welchen die gegenseitige Wirkung der magnetischen Moleküle nicht zu vernachlässigen ist. Auch hier ist die Änderung der spezifischen Suszeptibilität umgekehrt proportional der Temperatur, diese aber darf nicht vom absoluten Nullpunkt ab gezählt werden. Hierin liege auch der Grund dafür, daß die Messungen von Honda einen scheinbaren Widerspruch mit der Magnetonentheorie ergeben haben, der aber von Cabrera behoben worden sei. Inzwischen habe Théodoridès[8]) besonders genaue Messungen an verschiedenen wasserfreien Salzen angestellt, welche mit wenigen, bis jetzt noch nicht erklärten Ausnahmen für die Magnetonenzahlen ganzzahlige Werte lieferten.

Remanenz, spontane Magnetisierung und Temperatur. In einer früheren Abhandlung (Arch. sc. phys. R 4, Bd 34, S 360, 1913) war Perrier auf Grund theoretischer Erwägungen zu dem Ergebnis gekommen, daß die Remanenz in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur dasselbe Gesetz befolgt wie die spontane Magnetisierung der Elementarmagnete, also auch wie der Sättigungswert, und zwar unabhängig von der Höhe der ursprünglichen Remanenz bei Zimmertemperatur. Nunmehr bringt er dafür gemeinschaftlich mit Balachowsky[9]) auch den experimentellen Nachweis durch magnetometrische Messung der Remanenz von Drähten aus Nickel, weichem schwedischen Eisen und gewöhnlichem Eisen innerhalb eines Temperaturbereichs bis zum magnetischen Umwandlungspunkt. Die hauptsächlichste und nicht vollständig überwundene Schwierigkeit der Versuche bestand darin, die Wirkung jedes äußeren Feldes, und zwar des elektrischen Heizofens, des Erdfeldes und des entmagnetisierenden Feldes der freien Stabenden auf den Probekörper auszuschließen. Auf diese Fehlerquellen sind wohl auch gewisse Abweichungen von der Theorie,

wie sie beim Eisen beobachtet wurden, zurückzuführen, im allgemeinen jedoch ergab sich eine gute Übereinstimmung: Von allen verschieden hohen Remanenzen blieb bei derselben Beobachtungstemperatur stets derselbe Prozentsatz, und außerdem stimmte auch die Abhängigkeit der Remanenz von der Temperatur mit derjenigen des Sättigungswerts beim Nickel vollkommen, beim Eisen wenigstens nahezu überein.

Reversibele Permeabilität. Gans[10]) hatte bei früheren Versuchen gefunden, daß das Verhältnis $-\Delta\mathfrak{B}/-\Delta\mathfrak{H}$, für welches er die Bezeichnung »reversibele, Permeabilität« einführte, unabhängig ist von der magnetischen Vorgeschichte der Probe und sich mit Hilfe besonderer Parametergleichungen aus der sog. Anfangspermeabilität und dem Sättigungswert ableiten läßt; er bestimmte nun[10]) diese reversibele Permeabilität an Ellipsoiden aus hartem und weichem Stahl, weichem Eisen und Nickel auch für die sog. »ideale«, d. h. hysteresefreie Magnetisierungskurve, die man nach Steinhaus und Gumlich erhält, wenn man einem statischen magnetisierenden Feld ein Wechselfeld von abnehmender Größe überlagert, und die durch einen nahezu senkrechten Anstieg charakterisiert ist, und fand, daß bis auf weichen Stahl die erhaltenen Werte sowohl für die ideale wie für die gewöhnliche Nullkurve ohne erhebliche Abweichungen auf derselben theoretisch gewonnenen Kurve liegen, so daß sich auch dies Ergebnis zwanglos in das erwähnte Gesetz von Gans einfügt.

Neutrale Magnetisierung. Bricht man eine Hystereseschleife jenseits der Koerzitivkraft ab, ehe die Feldstärke wieder zum früheren Höchstwert angestiegen ist, beschreibt man also eine unsymmetrische Schleife, so kann man es durch richtige Wahl der Feldstärke erreichen, daß der aufsteigende Ast genau durch den Nullpunkt geht. In diesem Fall der »neutralen Magnetisierung« ist also der betreffende Probekörper, was seine Wirkung nach außen betrifft, ebenso unmagnetisch, wie ein durch Wechselzyklen abnehmender Größe entmagnetisierter Körper, beide Zustände unterscheiden sich aber erheblich durch die Anordnung der Molekularmagnetchen. Smith und Hammond[11]) untersuchen diese neutrale Magnetisierung durch ballistische Messungen am bewickelten Ring für weiches Eisen, weichen Stahl und Gußeisen und finden, wie zu erwarten war, daß der aufsteigende Ast bei der neutralen Magnetisierung keineswegs mit der Nullkurve zusammenfällt, sondern um so steiler ansteigt, je höher die maximale Feldstärke des absteigenden Astes der Hystereseschleife war.

Magnetostriktion. Die Längenänderungen von Fe-Ni- und Fe-Co-Legierungen durch Magnetisierung bestimmten Honda und Kido[12]) in Ergänzung einer früheren, etwas lückenhaften Untersuchung an Stäben von 20 cm Länge und 0,5 cm Durchmesser aus Eisenlegierungen mit 0 bis 100% Nickel und Kobalt mittels Spiegelablesung mit besonders konstruiertem Ablesemikroskop; die Untersuchung erfolgte innerhalb einer Magnetisierungsspule bis zu 500 Gauß. Besonderer Wert wurde darauf gelegt, daß nicht nur durch Wasserkühlung, sondern auch durch eine besondere sinnreiche Kompensationsvorrichtung jede mögliche Störung durch thermische Längenänderung vermieden wurde, was wegen der außerordentlich geringen Größe der in Frage kommenden magnetischen Längenänderung von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Bereits bekannt ist das Verhalten von Probestäben aus reinen Metallen: Beim Nickel und Kobalt tritt durch die Magnetisierung eine ständige, mit wachsender Feldstärke asymptotisch zunehmende Verkürzung bis zu etwa 30 bzw. 10×10^{-6} der Länge ein, während beim Eisen mit wachsender Feldstärke zunächst eine Ausdehnung erfolgt, die bei etwa 330 Gauß in eine schwache Kontraktion übergeht. Durch den Zusatz von Nickel und Kobalt bis zu einem bestimmten Höchstbetrag wurde nun bewirkt, daß die anfängliche Verlängerung bei niedrigen Feldstärken außerordentlich stieg und die Kurve überhaupt keinen Wendepunkt mehr zeigte. Bei Legierungen mit mehr als 50% Ni bzw. 70% Co nahm die beobachtete Verlängerung wieder ab und ging schließlich bei hohen Legierungen ganz in eine Verkürzung mit einem den reinen Metallen

entsprechenden Kurvenverlauf über. Die Verfasser konnten auch, wenigstens qualitativ, eine molekulartheoretische Erklärung für diese interessanten und verwickelten Erscheinungen geben.

W. Brown[13]) bestimmte mittels des Mikroskops mit Okularmikrometer die Längenänderung eines Nickeldrahtes, der sich in einer von Gleichstrom bzw. Wechselstrom durchflossenen Spule befand (Feldstärke bis 200 Gauß) bei Belastungen mit 0,1, 0,5 und 1 kg/mm². In guter Übereinstimmung mit früheren Versuchen von Honda und Terada ergab sich, daß die Verlängerung mit zunehmender Belastung bei jeder Feldstärke abnahm, daß sie ferner mit wachsender Feldstärke anfangs rasch, dann immer langsamer zunahm und bei etwa 200 Gauß konstant wurde, und daß endlich die Verlängerung mit Wechselstrom ungefähr um 60% größer war als bei Gleichstrom.

Brechungsgesetz und Feld in der Umgebung magnetisierten Eisens. Rogowski[14]) tritt der allgemein verbreiteten Ansicht entgegen, als ob der Austritt der Streulinien aus dem Eisen in die Luft stets nahezu senkrecht erfolge, wie aus der gewöhnlichen Form des Brechungsgesetzes $\operatorname{tg} \alpha_1 = \operatorname{tg} \alpha_2 / \mu$ wegen des meist hohen Wertes von μ geschlossen zu werden pflegt. Er zeigt, daß sich durch Messung der Streuung $df\,(x)$ [wobei $f\,(x)$ den Induktionsfluß bedeutet], der Austrittswinkel α_1 oder dessen Komplementwinkel β_1 direkt bestimmen läßt, und leitet dafür den auch praktisch verwendbaren Ausdruck $\operatorname{tg} \beta_1 = \mu F \cdot (d\gamma / d\,x) / U \cdot (100 - \gamma)$ ab, worin F den Querschnitt, U den Umfang der Probe und $\gamma = 100\,(f_0 - fx) : f_0$ die prozentische Streuung, bezogen auf den Induktionsfluß f an irgendeiner Stelle der Probe, bezeichnet. Hiernach besteht nicht nur eine Beziehung zwischen dem Austrittswinkel und der Größe der Streuung, sondern auch zwischen dieser und dem Verhältnis U/F, also dem Umfang zum Querschnitt der Probe. Mit diesen Formeln bestimmte Lehrs[15]), ein Schüler von Rogowski, an einem unzerschnittenen Rahmen aus Eisenblech von der Form der Epsteinproben auf Grund der in der Reichsanstalt früher ausgeführten Streuungsmessungen den Austrittswinkel der Streulinien, der tatsächlich namentlich für $\mathfrak{B} = 18000$, wo die prozentische Streuung nur klein ist, sehr schief erfolgt, und berechnet die Änderung der Feldstärke mit dem Abstand von der Probe, die mit den früher von Gumlich und Rogowski experimentell ermittelten Werten befriedigend übereinstimmt. Auch an fertigen Maschinen läßt sich, wie Lehrs an einem Beispiel zeigt, zur Aufklärung der dort herrschenden Feldverhältnisse die Streuungsmessung mit Vorteil verwenden.

Remanenz bei Stromwandlern. Den Einfluß von remanentem Magnetismus auf die Angaben von Stromwandlern untersuchte Engelhardt[16]), indem er bei einer größeren Anzahl von Apparaten mit dem Kompensationsapparat die Übersetzungs- und die Winkelfehler nach Schering und Alberti im unmagnetischen Zustand und nach der Magnetisierung der Wandler mit Gleichstrom von der Sekundärseite aus bestimmte; die Änderung betrug bei einer Belastung mit Nennstromstärke 0,1% bis 0,3% bzw. 0′ bis 14′, bei $^1/_{10}$ Belastung bis zu 1,8% bzw. 85′. Zur Beseitigung der Remanenz, die durch Öffnen des Sekundärkreises während des Betriebs, durch einen heftigen Stromstoß oder durch eine Gleichstromkomponente im Wechselstrom entstehen kann, genügt Entmagnetisierung von der Sekundärseite aus durch abnehmenden Wechselstrom von 0,2 A.

Arbeitsweise von Elektromagneten. Zur Untersuchung der Stromvorgänge bei der Betätigung eines Elektromagnets und namentlich zur Messung der Zeiten vom Stromschluß bis zur beginnenden Bewegung des Ankers und bis zu dessen Anschlagen, die im allgemeinen nur nach Tausendstel Sekunden zählen, verwendet Flad[17]) im Stromkreis des Elektromagnets zwei Oszillographenschleifen, von denen die eine das Stromdiagramm aufzeichnet, während die andere die Stufen in der Ankerbewegung sichtbar macht. Aus den Versuchen lassen sich folgende Schlüsse ziehen: Nicht immer gibt der rascheste Stromanstieg auch die kürzeste Hubzeit, wesentlich dafür ist auch die relative Stärke des Magnetfeldes. Je geringer die Selbstinduktion und je größer die angelegte

Spannung ist, desto rascher erfolgt der Hub. Remanenz hat bei gleichsinniger Magnetisierung schnelleres, bei entgegengesetzt gerichteter langsameres Anziehen zur Folge; Wirbelströme verlängern die Anzugzeit, ebenso zunehmende Belastung.

Magnetische Meßanordnung. Zu empfindlichen Messungen mit dem Magnetometer verbesserte v. Auwers[18]) eine von Tobusch angegebene Anordnung. Sie besteht im wesentlichen aus einem astatischen Paar an einem Quarzfaden übereinander aufgehängter Magnetnadeln, dem gegenüber an beiden Seiten die Magnetisierungs- und die Kompensationsspule angeordnet sind. Die Länge des Probestabs ist so bemessen, daß sein Polabstand möglichst genau dem Abstand der Nadeln entspricht, was natürlich bei Stäben, deren Polabstand sich bekanntlich mit der Induktion ändert, nur angenähert erfüllt sein kann (für genauere Messungen kommt auch hier nur das Ellipsoid in Frage). Da jeder Pol des Probestabs in gleichem Sinne drehend auf das Magnetsystem wirkt, so ist, abgesehen von der geringen Torsionskraft des Aufhängefadens, die Empfindlichkeit des Apparats außerordentlich viel größer als diejenige des gewöhnlichen oder des Kohlrauschschen störungsfreien Magnetometers, wo nur die Differenz der Wirkungen der Einzelpole zur Geltung kommt. Der Verfasser entwickelt die Formeln für die Konstanten des Instruments und diskutiert die Fehlerquellen, so daß in dem Instrument nunmehr ein recht empfindlicher Apparat für absolute Messungen zur Verfügung steht.

Die bekannte magnetische Wage von du Bois besitzt eine Reihe von Fehlerquellen, die sie z. T. mit allen Jochanordnungen gemeinsam hat, und die schon vor längerer Zeit von du Bois eingehend diskutiert wurden. Die aus dieser Diskussion gezogenen Schlüsse haben sich im Laufe der Zeit teilweise als ungenügend bzw. unrichtig erwiesen; v. Horvath[19]) hat daher auf Veranlassung von du Bois eine sehr gründliche neue Untersuchung des ganzen Apparats und seiner Fehlerquellen vorgenommen, auf deren Ergebnisse hier jedoch aus Raummangel nicht eingegangen werden kann.

Die von Cheney[20]) beschriebene Meßanordnung zur Bestimmung der Induktion bei höheren Feldstärken und speziell der Sättigungswerte ist im Prinzip nur eine nach verschiedenen Richtungen verschlechterte Auflage der vom Ref. angegebenen Joch-Isthmusmethode (Arch. El. Bd 2, S 265, 1914), die sich von dieser im wesentlichen dadurch unterscheidet, daß das Feld nicht durch eine besondere jochartige Anordnung mit zylindrischem Eiseneinsatz hervorgebracht wird, sondern durch einen du Boisschen Halbringelektromagnet mit ebenen durchbohrten Polstücken, in welchen der zu den gewöhnlichen Jochmessungen dienende Stab Platz findet; sodann aber hauptsächlich dadurch, daß der Verf. nur 3 Sekundärspulen zur Bestimmung von Feldstärke und Induktion verwendet, statt 4, was die Meßgenauigkeit außerordentlich verringert. Die erreichte Feldstärke, die bei der Anordnung des Ref. etwa 7000 Gauß beträgt, bleibt hier infolge des erheblichen Abstands der Polstücke anscheinend noch unterhalb von 3000 Gauß, was bei härterem Material zur Bestimmung der Sättigung nicht ausreicht. Da von den benutzten Proben keine chemischen Analysen angegeben sind, haben auch die mitgeteilten Sättigungswerte zur Beurteilung der Meßgenauigkeit keinen Wert.

Ein tragbares, zur Messung geringer Suszeptibilitäten dienendes, von Wilson[21]) beschriebenes Instrument ist eine Abänderung der Wage von Curie und Cheneveau, und zwar dient zur Herstellung des veränderlichen Magnetfelds eine Kombination von zwei ringförmigen, aufeinander schleifenden und gegeneinander verdrehbaren permanenten Magneten von gleichem Moment, deren Pole an zwei diametralen Punkten liegen, und deren Drehungsachse mit derjenigen des Probestäbchens zusammenfällt. Der Apparat wurde hauptsächlich zur Untersuchung gewisser Gesteinsarten benutzt; beispielsweise ergab der Glimmer in Richtung der Schichten eine bis 50mal so hohe Suszeptibilität als senkrecht dazu; auch der relative Eisengehalt bestimmter Gläser ließ sich mit dem Apparat bequem feststellen.

Zur Bestimmung der Verteilung des Magnetfeldes im Luftspalt einer Dynamomaschine verwendet Dellenbaugh[22]) die Spannung, welche eine nur etwa 2 mm dicke, mit Kommutator versehene, im Feld rotierende Prüfspule von insgesamt nur 5 Windungen hervorbringt, die mit Hilfe einer geeigneten Transportvorrichtung mit gleichmäßiger Geschwindigkeit von etwa 50 cm/min durch den Spalt weitergeführt wird. Bei etwa 2200 U/min und der gewöhnlichen Kraftliniendichte im Spalt erhielt der Verf. eine Spannung von etwa 0,5 V, die entweder mittels eines Zeigerinstruments abgelesen oder mittels eines Spiegelinstruments auf einer rotierenden Trommel in Kurvenform aufgezeichnet wurde. Die Genauigkeit der Auswertung in Kraftlinien hängt natürlich in erster Linie von der Bestimmung der Windungsfläche ab. Die zur Kurvenaufnahme erforderliche Zeit betrug nur ungefähr den 20. Teil von derjenigen, welche das Abtasten mit der Spule beansprucht haben würde.

A. Campbell[23]) ist es gelungen, Permeabilität und Eisenverlust bei sehr niedrigen Feldstärken, die in der Telephonie und drahtlosen Telegraphie eine große Rolle spielen, aber ballistisch auch bei Benutzung hochempfindlicher Instrumente unterhalb 0,01 Gauß kaum mehr zu bestimmen sind, bis zu 0,0002 Gauß herab mit erheblicher Genauigkeit zu messen, und zwar nach einer früher (Proc. Phys. Soc. London Bd 22, S 24, 1910) beschriebenen Wechselstrommethode, die auf der Bestimmung der gegenseitigen Induktion von zwei auf einen Ring aus dem zu untersuchenden Material gewickelten Spulen mittels eines »Induktometers« in Verbindung mit Vibrationsgalvanometer bzw. Telephon beruht; der ganze zu messende Verlust betrug dabei nur einige Millionstel eines Mikrowatt. Für ein legiertes Blech ergab sich der ziemlich niedrige Wert $\mu_0 = 254$ für die Anfangspermeabilität. Dieselbe Anordnung, sowie eine statische Meßmethode wurde auch zur Bestimmung von Permeabilität und Verlust für kleine Feldänderungen bei gleichzeitiger Einwirkung eines stationären Feldes von bestimmter Größe verwendet, wie sie technisch, z. B. bei den Elektromagneten der Telephone vorkommen; die Ergebnisse stehen allerdings z. T. im Widerspruch mit den von Gans und auch in der Reichsanstalt gefundenen Werten der sog. reversibeln Permeabilität, wofür ein Grund nicht ersichtlich ist.

Ein Aufsatz von Spooner[24]) über die Bestimmung der Verluste von Dynamoblech enthält für die deutsche Technik wenig Neues, da hauptsächlich die auch in Amerika mit kleinen Abänderungen eingeführte Anordnung von Epstein besprochen wird. Auch den bekannten Differentialapparat von van Lonkhuyzen (S & H) und die Meßanordnung von Rose und Kühns zur Bestimmung des Formfaktors empfiehlt der Verf., ohne dabei die Namen der deutschen Erfinder zu nennen!

Magnetische Eigenschaften von Stoffen. — A. Para- und diamagnetische Stoffe. Die genaue Bestimmung der magnetischen Eigenschaften para- und diamagnetischer Körper ist wegen ihrer geringen Größe mit besonderen Schwierigkeiten verknüpft und erfordert außerordentlich empfindliche Meßvorrichtungen. Ganz besonders trifft dies zu bei Gasen, bei denen bisher z. T. nicht einmal das Vorzeichen mit Sicherheit festgestellt werden konnte, was um so bedauerlicher war, als gerade die magnetischen Eigenschaften der Gase gewisse Schlüsse auf den Bau des Atoms und des Moleküls zu ziehen gestatten. Soné[25]) ist es gelungen, diese Schwierigkeiten in weitgehendem Maße zu überwinden und die Suszeptibilität einer Anzahl von Gasen recht genau zu bestimmen. Er bediente sich dabei nach Lord Kelvins Vorgang einer mit Spiegelablesung versehenen, hochempfindlichen Wage, deren einer Arm ein zwischen den Polen eines starken Elektromagnets aufgehängtes Doppelgefäß aus Glas trug, das in der Höhe der Polachse eine scharf abgegrenzte Zwischenwand besaß, so daß es mit Hilfe des Mikroskops und einer besonderen Hilfsvorrichtung an der Aufhängung vollkommen symmetrisch zum Magnet orientiert werden konnte. Aus der Niveauänderung, welche beim Erregen des Feldes eintrat, wenn die untere Abteilung des Gefäßes evakuiert, die obere aber mit Luft, einem anderen Gas oder Wasser gefüllt war, ließ sich die Suszeptibilität des Gases auf die

neuerdings mit großer Genauigkeit zu $-0{,}72 \times 10^{-6}$ bestimmte des Wassers beziehen. Für die spezifische Suszeptibilität χ bei 20° und für die Volumensuszeptibilität $\varkappa$ bei 0° und 760 mm Druck erhielt der Verf. folgende Werte:

Gas	$\chi \cdot 10^{-6}$	$\varkappa \cdot 10^{-6}$	Gas	$\chi \cdot 10^{-6}$	$\varkappa \cdot 10^{-6}$
Luft	+ 23,85	+0,03085	Stickstoff (aus der Luft) . . .	—0,36	—0,00045
Sauerstoff	+104	+0,149	Argon	—5,9	—0,010
Kohlensäure . . .	— 0,42	—0,00084	Wasserstoff . . .	—1,98	—0,000178
Stickstoff (rein) .	— 0,265	—0,00033			

Williams[26]) bestimmte in Ergänzung einer früheren Arbeit nach der Campbell Curieschen Methode die Magnetisierbarkeit der seltenen Erden für tiefe Temperaturen bis —150°; er fand, daß bei keinem der 7 untersuchten Stoffe das Curiesche Gesetz in der ursprünglichen Form $\chi \cdot T =$ konst. gültig ist, wohl aber in der allgemeinen Form $\chi \cdot (T + \Theta) =$ konst. — Rosenbohm[27]) untersuchte eine große Zahl von Metallammoniaken, Weber[28]) eine Reihe von Kupfer-Zink-Legierungen; bei diesen ließen sich aus den Unstetigkeiten im Verlauf der Suszeptibilitätskurve in Abhängigkeit vom Kupfergehalt die Verbindungen $CuZn_3$, Cu_2Zn_3, CuZn und $CuZn_2$ nachweisen; im letzteren Falle erreichte die Suszeptibilität mit $-5{,}3 \times 10^{-6}$ den höchsten bis jetzt bekannten Wert nächst demjenigen des Wismuts (-15×10^{-6}). — Isnardi und Gans[29]) fanden für die diamagnetische Suszeptibilität von Sb und Bi bis zu Feldstärken von 13000 Gauß hinauf konstante Werte und zogen daraus theoretische Schlüsse auf die Trägheit der Magnetonen, während die sehr sorgfältigen Messungen der Änderungen der Magnetisierbarkeit der Anhydrite von Mangan-, Kobalt- und Eisensulfat in Abhängigkeit von der Temperatur von Théodoridès[8]), deren oben bereits gedacht wurde, zur Stütze der Weißschen Magnetonentheorie Verwendung fanden. — Schließlich sind noch zwei Untersuchungen von Ishiwara zu nennen, der in der früheren[30]) die Gültigkeit des Curieschen Gesetzes in den beiden Formen (s. oben) an einer großen Zahl von festen und flüssigen Körpern im Temperaturbereich —175° bis +20° nachprüft und findet, daß von den anorganischen Verbindungen 5 das Gesetz in der ursprünglichen, 12 in der erweiterten Form befolgen, während bei 6 schon in dem verhältnismäßig kleinen Temperaturgebiet eine Abweichung eintritt. In der zweiten Arbeit[31]) untersucht der Verf. die Änderung der Suszeptibilität einer Anzahl von Substanzen beim Schmelzen sowie beim Durchgang durch eine allotrope Umwandlung; trotz der außerordentlich genauen Messungen ließ sich nur bei Zn und Al sowie bei einer Modifikation des S eine derartige Unstetigkeit von wenigen Prozent nachweisen.

B. Ferromagnetische Stoffe. Zur Verbesserung der magnetischen Eigenschaften, namentlich zur Verminderung des Verlustes in hochlegierten Transformatorenblechen sucht C. Wolff[32]) die Abhängigkeit der mit dem Epsteinapparat nach dem van Lonkhuyzenschen Verfahren gemessenen magnetischen Eigenschaften von verschiedenen Fabrikationsbedingungen und von den Verunreinigungen zu ermitteln. Er findet eine erhebliche Fehlerquelle in der ungenügenden Durchmischung des Gußmaterials mit Si, welches infolge der geringeren Dichte des als Zusatz verwendeten Ferrosiliziums nach oben schwimmt. Ein Einfluß der Höhe der Gießtemperatur sowie der Verunreinigungen durch P, Mn, S und Cu in mäßigen Grenzen konnte nicht festgestellt werden. Die Ergebnisse der Untersuchungen des Ref. über den Einfluß des C und dessen teilweise Beseitigung durch Ausglühen (Wiss. Abh. d. Phys.-Techn. Reichsanst. IV, H. 3, 1918) hat sich der Verf. in so weitgehendem Maße zu eigen gemacht, daß er sie vollkommen als eigene ausgibt und viele Seiten ohne Quellenangabe wortgetreu abschreibt.

Hauptsächlich aus theoretischen Gründen untersuchten Gans und Fonseca[33]) die spezifische Suszeptibilität χ und die Umwandlungspunkte einer fortlaufenden Reihe von Legierungen aus Elektrolytkupfer mit reinstem Nickel. Zur Bestimmung der absoluten Werte der Suszeptibilität bei Zimmertemperatur diente die Weißsche Methode, bei welcher die auf die Probe im inhomogenen Feld ausgeübte Zugkraft durch die meßbare Anziehung zweier stromdurchflossenen Spulen kompensiert wird; zur Eichung der Vorrichtung wurde $MnCl_2$-Lösung von bekannter Suszeptibilität verwendet. Es ergab sich, daß die Suszeptibilität der Legierungen zwischen 20% und 60% Ni von $0{,}038 \times 10^{-6}$ erst langsam, dann immer rascher auf $4{,}57 \times 10^{-6}$ stieg, um bei noch höherem Nickelgehalt ferromagnetischen Charakter anzunehmen. Die Umwandlungspunkte wurden nach dem Curieschen Gesetz $\chi\,(t - \Theta) =$ konst. aus den Ablenkungen berechnet, welche ein Stäbchen der zu untersuchenden Substanz im Felde eines Halbringelektromagnets bei verschiedenen Temperaturen zwischen —150° und +150° erfuhr; sie steigen von —230° bei 35% Ni bis zu +355° bei 100% Ni. Die Verf. kommen zu dem Schlusse, daß entgegen der Tammannschen Regel ferromagnetische, in unmagnetischen Kristallen gelöste Kristalle ferromagnetische Legierungen bilden können.

v. Auwers[18]) untersuchte mit dem bereits oben erwähnten Magnetometer den Einfluß eines Zusatzes von 13% bis 18% Eisen zu Heuslerschen Legierungen aus Kupfer mit 16% bis 19% Mn und 8% bis 10% Al; es ergab sich, daß der Eisenzusatz an der Magnetisierbarkeit der Bronzen so gut wie nichts änderte.

Über die interessanten magnetischen Eigenschaften des Nickelstahls, der bekanntlich bei den sog. irreversibeln Legierungen mit weniger als 35% Ni infolge des Sinkens des magnetischen Umwandlungspunkts bei der Abkühlung unter Umständen bei der gleichen Temperatur ferromagnetisch und unmagnetisierbar sein kann, liegen zwei interessante Studien vor. Die erste, von Honda und Takagi[34]) gibt auf Grund eines (neuerdings bestrittenen, s. oben) Gesetzes von Tammann, daß durch Lösung einer magnetischen Substanz (Ni) in unmagnetischem Lösungsmittel (γ-Eisen) auch die erstere die Magnetisierbarkeit verliert, sowie auf Grund der Erfahrung, daß durch den Zusatz einer unmagnetischen Substanz (γ-Eisen) der Umwandlungspunkt einer ferromagnetischen Substanz (Ni, das mit dem γ-Eisen eine feste Lösung bildet) erniedrigt wird, eine Erklärung für das eigentümliche Verhalten der Umwandlungspunkte und damit der magnetischen Eigenschaften. Die Verf. sind der Ansicht, daß auch die Legierungen oberhalb von 35% Ni bis zu 70% noch irreversibel sein müßten, wenn sie nur tief genug abgekühlt würden; eine Abkühlungstemperatur von —190° reiche dazu nicht aus. Die bekannte eigentümliche Erscheinung, daß das Invar, eine Eisenlegierung mit 35% Ni, praktisch keine thermische Ausdehnung besitzt, rührt nach den Verf. daher, daß bei dieser Legierung die Temperatur des Umwandlungspunktes A_3, welche ein Minimum der thermischen Ausdehnung aufweist, mit der Zimmertemperatur zusammenfällt; das Vorhandensein der von Guillaume angenommenen Verbindung Fe_2Ni würde daher zur Erklärung dieser Erscheinung nicht nötig sein. Diese Verbindung scheint aber nach der Untersuchung von Yensen[35]) doch zu existieren, da die Grenze zwischen den irreversibeln und den reversibeln Legierungen nach seinen Messungen bei 34,6% Ni liegt, also dem Prozentsatz, welcher innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler genau der hypothetischen Verbindung Fe_2Ni entspricht. Kühlte der Verf. eine nur sehr schwach magnetisierbare irreversibele Legierung auf —180° ab, so stieg der Sättigungswert von 2700 auf 17800, gleichzeitig aber sank die Permeabilität für niedrige Feldstärken ganz außerordentlich, und der Hystereseverlust stieg auf den 15fachen Betrag. Der eigentliche Zweck der Arbeit, in den Eisennickellegierungen ein Material zu finden, das ebenso wie die teuren Eisenkobaltlegierungen einen höheren Sättigungswert besitzt, als reines Eisen, und daher auch zu Zähnen von Dynamoankern usw. Verwendung finden könnte, wurde allerdings nicht erreicht, doch bietet trotzdem die ganze Untersuchung nach verschiedenen Richtungen hin erhebliches Interesse.

Daß Mn sozusagen »kryptoferromagnetisch« ist, d. h. seine ferromagnetischen Eigenschaften erst in Verbindung mit anderen Metallen, wie Cu, Al usw. entwickelt, ist durch die Heuslerschen Legierungen bekannt. Ishiwara[36]) erhielt durch Erhitzen von Mn im N- und NH_3-Strom bei Temperaturen zwischen 600° und 1600° eine deutlich ferromagnetische, pulverförmige Verbindung Mn_5N_2, die er nach der Magnetometer- und Drehwagenmethode bei verschiedenen Temperaturen untersuchte; ihre spezifische Suszeptibilität ergab sich für $\mathfrak{H} = 294$ zu $\chi = 0{,}015$, während reines Mn nach seiner Ansicht stets paramagnetisch ist ($\chi = 9{,}66 \times 10^{-6}$). Auch durch Zusammenschmelzen von Mn mit dem diamagnetischen Sb erhält man nach Versuchen von Honda und Ishiwara[37]) die stark ferromagnetischen Verbindungen Mn_3Sb_2 und Mn_2Sb; der höchste Sättigungswert ergab sich für eine Legierung mit 31,4% Mn zu $J = 345$, also etwa $^1/_5$ der Sättigung des Eisens, doch handelt es sich gerade hier nach Ansicht der Verf. nicht um eine wirkliche Verbindung. Ebenso zeigt das Chromoxyd Cr_5O_9, wie schon seit Wöhler und Geuther bekannt ist, ferromagnetische Eigenschaften; Soné und Ishiwara[38]) stellten es in der Weise her, daß sie flüssiges Chromylchlorid in einer Retorte verdampften und den Dampf durch ein langes, auf etwa 400° erhitztes Glasrohr leiteten, in dem sich dann ein grauschwarzes Pulver niederschlug, dessen Magnetisierungsintensität sich bei der Feldstärke $\mathfrak{H} = 360$ Gauß zu $J = 20$ mit einer Remanenz von $J \doteq 2{,}5$ ergab.

C. **Ungleichmäßiges Material** untersucht Gumlich[39]) rechnerisch und experimentell für zwei verschiedenartige Anordnungen, nämlich einmal in Schichtungen, wie sie etwa beim Walzen und Schneiden von Dynamoblech durch mechanische Härtung der Oberfläche oder beim Glühen durch Zunderschichten oder beim äußerlichen Kohlen oder Entkohlen entstehen, sodann solche, bei denen der Fremdkörper in Form von mehr oder weniger geschlossenen Nestern im Grundmaterial eingebettet liegt, wie etwa die Perlitkörner im Ferrit oder sonstige harte Stellen im weichen Eisen. Die Untersuchung der ersten Art läßt sich auch rechnerisch auf Grund der Magnetisierungskurven der einzelnen Bestandteile einfach und leicht ableiten; sie ergibt, je nach der Kombination der harten und weichen Bestandteile und der Verschiedenheit ihrer magnetischen Eigenschaften, unter Umständen außerordentlich starke, ganz typische Verzerrungen der Magnetisierungs- und der Permeabilitätskurven, von denen Andeutungen sich auch vielfach beim gewöhnlichen Material finden, die bisher unerklärlich schienen; bei allen derartig untersuchten Fällen ließ sich tatsächlich mikroskopisch das Vorhandensein von scharf getrennten Schichten verschiedener Beschaffenheit nachweisen. Im Gegensatz dazu bietet die Untersuchung der Wirkung vereinzelter, abgegrenzter harter Stellen im weichen Grundmaterial oder umgekehrt erhebliche Schwierigkeiten, die nur mittels Stäben, welche aus einzelnen harten und weichen Teilen durch Verschraubung künstlich hergestellt waren, einigermaßen überwunden werden konnten. Es ergab sich, daß Verzerrungen im allgemeinen hier überhaupt nicht auftreten, nur macht sich natürlich jede Einfügung eines harten Teils in weiches Grundmaterial durch eine entsprechende Abflachung der Magnetisierungskurve bemerkbar und umgekehrt.

Permanente Magnete. Eine technisch wichtige Erfindung machten Honda und Saitô[40]), indem sie durch Legierung von Eisen mit 0,4 bis 0,8% C, 30 bis 40% Co, 5 bis 9% W und 1,5 bis 3% Cr ein Material („K. S-Magnetstahl") herstellten, das nach Härtung bei 950° im Ölbad und Magnetisierung mit 1500 Gauß bei etwa gleicher wahrer Remanenz reichlich die dreifache Koerzitivkraft von W- und Cr-Stahl, also etwa 200 bis 250 Gauß, besaß und sich daher namentlich zur Herstellung von kurzen, gedrungenen Stabmagneten oder schlecht geschlossenen Hufeisenmagneten vorzüglich eignen wird. Der magnetische Temperaturkoeffizient zwischen 25° und 100° betrug 0,0002, ist also ziemlich gering, ebenso scheint die Haltbarkeit gut zu sein. — Evershed[41]) gibt, ausgehend von den Theorien von Ampère und Ewing, eine eingehende Theorie der permanenten Magnete;

es gelingt ihm, durch Annahme einer Zusatzkraft, welche notwendig und hinreichend ist, um den Kraftlinienfluß durch den Luftspalt des permanenten Magnets zu treiben, und welche der Größe nach offenbar der früher als »entmagnetisierende Wirkung der Enden« eingeführten und bereits auch zur Berechnung der scheinbaren Remanenz benutzten Feldstärke entspricht, Energiegleichungen aufzustellen, mit Hilfe deren sich nicht nur die bekannten Formeln für die Magnetisierung eines Rotationsellipsoids ableiten lassen, sondern auch für Stab- und Hufeisenmagnete, wo von einer gleichmäßigen Magnetisierung nicht mehr die Rede sein kann, wenigstens durch stufenweise Integration brauchbare Werte gewonnen werden können. Die Messungen an einem Ringmagnet mit veränderlichem Luftspalt ergaben eine verhältnismäßig recht gute Übereinstimmung zwischen den berechneten und den beobachteten Werten des Kraftlinienflusses im Luftspalt. — Eine populäre Darstellung der Untersuchung von Magnetstahl und von fertigen Magneten namentlich mit Rücksicht auf die entmagnetisierende Wirkung der Enden gibt Morgan[42]); da von zwei Materialien mit gleicher Remanenz und Koerzitivkraft dasjenige die besseren Magnete liefert, dessen Hystereseast zwischen diesen beiden Punkten höher liegt, kann der Vorschlag des Verf., zur Charakterisierung des Materials außer den Werten für Remanenz und Koerzitivkraft auch noch das Maximum des Produktes $\mathfrak{B}\,\mathfrak{H}$ zwischen diesen beiden Punkten heranzuziehen, unter Umständen gute Dienste leisten.

Der Polabstand permanenter Stabmagnete wird zwar zumeist als konstant und etwa $= {}^5/_6$ der Stablänge angenommen, hängt aber tatsächlich von der Größe des magnetischen Moments ab. Mit einer von Börgen angegebenen Meßanordnung, welche darauf beruht, daß das von einem Stabmagnet auf die Magnetometernadel ausgeübte Drehmoment an einer bestimmten Stelle Null wird, wenn man ihn in der 2. Gaußschen Hauptlage in Richtung seiner magnetischen Achse verschiebt, bestimmt H. Schering[43]) nach eingehender Diskussion und Ausbau der Methode außerordentlich sorgfältig den Polabstand von 4 Magneten, von denen jeder verschieden hoch magnetisiert wurde. Es ergab sich bei allen übereinstimmend zunächst ein sehr starkes Anwachsen des Polabstandes mit dem magnetischen Moment, sodann eine schwache Abnahme und schließlich wieder ein schwaches asymptotisches Ansteigen, und zwar wuchs bei Stäben von 10 cm Länge und 0,5 cm Durchmesser der beobachtete Polabstand von 0,5 bis auf 0,8 der gesamten Länge, wenn das Moment von 5 auf 800 CGS-Einheiten stieg; der Versuch des Verf., den Verlauf dieser Polabstandskurve aus dem Verlauf der Induktions- und Permeabilitätskurve zu erklären, ist jedoch nicht einwandfrei.

Magnetisierung von Eisenpulver. Daß Eisen im fein verteilten Zustand, also in Legierungen, Mischungen und in Pulverform, eine viel geringere Magnetisierbarkeit besitzt, als im kompakten Zustand, ist lange bekannt, doch sind wegen der Schwierigkeit der Versuche die Verhältnisse noch wenig geklärt. Honda[44]) untersuchte pulverförmiges, reduziertes Eisen, das er zur Erzielung verschiedener Dichte teilweise mit Sand vermischte, teils in Glasröhren zusammenpreßte, teils unter der hydraulischen Presse zu einem Stab formte, schließlich auch im elektrischen Ofen in H-Atmosphäre schmolz, magnetometrisch und ballistisch bis zu hoher Feldstärke und zog vergleichsweise auch noch Stahlkugeln mit bekanntem Entmagnetisierungskoeffizienten heran; er kam zu folgenden Ergebnissen: Bei derartigen Proben hat man es mit zweierlei verschiedenen Entmagnetisierungswirkungen zu tun, nämlich der gewöhnlichen durch die Stabenden, welcher auf Grund des bekannten Dimensionsverhältnisses der Probe einigermaßen Rechnung getragen werden kann, und der von den einzelnen kleinen Teilchen ausgehenden. Diese ist außerordentlich stark und bewirkt, daß die Magnetisierungskurve ganz gestreckt verläuft. Erst bei sehr hohen äußeren Feldstärken von der Größenordnung von 10000 Gauß nähert sich die Magnetisierung auch dieser pulverförmigen Proben ebenso wie diejenige der Stahlkugeln der Sättigung, die dann mit der Sättigung des kompakten Materials übereinzustimmen scheint.

Umwandlungspunkte und thermomagnetische Analyse. Die sog. Umwandlungspunkte des Eisens und Stahls haben in letzter Zeit die Aufmerksamkeit der Physiker in besonderem Maße in Anspruch genommen, da sie die physikalischen und namentlich die magnetischen Eigenschaften des Materials stark beeinflussen und auch einen Einblick in die verwickelten Strukturverhältnisse des Eisens zu gestatten versprechen. Man unterscheidet heute 5 Umwandlungspunkte, von denen die Punkte A_2, A_3 und A_4 dem reinen Eisen angehören, während A_0 und A_1 an das Vorhandensein von C gebunden sind. Der Punkt A_2 gibt die Temperatur, bei welcher das Eisen während der Erhitzung die ferromagnetischen Eigenschaften verliert (Ac_2) bzw. bei der Abkühlung wiedergewinnt (Ar_2), wobei ein Übergang von dem sog. α- zum β-Eisen stattfinden soll; der Übergang vom β- zum γ-Eisen, bei welchem das Material seine Lösungsfähigkeit für C verliert, und vom γ- zum δ-Eisen, dessen Natur noch wenig bekannt zu sein scheint, wird durch die Punkte A_3 und A_4 bezeichnet, während beim Punkt Ac_1 der im Eisen bzw. Stahl vorhandene C bei steigender Temperatur in Lösung geht, bei fallender (Ar_1) in Form von Zementit (Eisenkarbid Fe_3C) ausgeschieden wird, der dann beim Punkt Ar_0 magnetisierbar wird bzw. bei der Erhitzung seine Magnetisierbarkeit verliert. Die genaue Lage dieser Punkte hat man bisher, mit Ausnahme des Punktes A_2, fast ausschließlich durch Beobachtung der damit verbundenen Wärmetönung zu bestimmen gesucht, aber gerade diese Methode ist erheblichen Fehlerquellen unterworfen. Es ist daher ein Verdienst von Honda und seinen Schülern in Seitô (Japan), die thermische Untersuchungsmethode durch die bessere magnetische ersetzt bzw. ergänzt zu haben, die allerdings bei den Punkten A_3 und A_4, wo es sich um die Änderung der paramagnetischen Eigenschaften des Materials handelt, und teilweise auch bei A_2 sehr empfindliche Meßeinrichtungen (magnetische Drehwage) erfordert, während sich die Lage der Punkte A_0, A_1 und A_2 im allgemeinen mit der gewöhnlichen Magnetometeranordnung hinreichend genau ermitteln läßt. Mit der Festlegung der eigentlichen Umwandlungspunkte haben sich Honda[45]), Takagi[46]) und Ishiwara[47]) beschäftigt; sie kommen[47]) zu folgendem Ergebnis: $A_0 = 215^0$; $A_1 = 727^0$; $A_2 = 760^0$—800^0; $A_3 = 903^0$; $A_4 = 1390^0$. Im einzelnen ist noch folgendes zu erwähnen: Die Umwandlungspunkte A_1, A_3 und A_4 scheinen bei hinreichend langsamer Temperaturänderung und genügender Reinheit des Materials für steigende und fallende Temperaturen identisch zu sein und sind deshalb als »allotrope« Umwandlungen im Sinne der Phasenlehre aufzufassen, im Gegensatz zu den Punkten A_0 und A_2, den sog. »magnetischen«, die sich über ein längeres Temperaturintervall erstrecken, und bei denen der Name »Umwandlungspunkt« nur als Ende der Umwandlung bei steigender bzw. als deren Beginn bei fallender Temperatur einen Sinn hat. α- und β-Eisen stellen also keine verschiedenen Modifikationen vor, vielmehr verschwinden die ferromagnetischen Eigenschaften beim Punkt A_2 nach der Theorie von P. Weiß nur infolge der zunehmenden Wärmebewegung der Moleküle, welche auch bei den anderen physikalischen Eigenschaften entsprechende Änderungen bedingen, die namentlich von Honda[45]) sehr eingehend studiert wurden.

Aber nicht nur über die Umwandlungspunkte, sondern auch über die in einem großen Temperaturbereich vor sich gehenden sonstigen Strukturänderungen kann die magnetische Analyse unter Umständen wertvolle Auskunft geben. Beispielsweise läßt sich aus der Größe des Magnetometerausschlags bei derselben Feldstärke vor und nach einer bestimmten Wärmebehandlung schließen, ob durch diese letztere eine Lösung von C im Fe oder ein Abscheiden desselben, ein Zerfall des Karbids, eine Bildung von Doppelkarbiden, wie sie bei den Magnetstählen vorkommen usw., stattgefunden hat; gerade nach dieser Richtung hin hat die Schule von Honda in letzter Zeit Erhebliches geleistet und zur Aufklärung mancher dunklen Punkte beigetragen. Hierzu sind zu nennen die Arbeiten von Honda und Murakami[48]) und von Ishiwara[49]) über die thermomagnetischen Eigenschaften der in verschiedenen Stahlsorten

gefundenen Karbide, ferner die Untersuchungen von Honda und Murakami[50]), Matsushita[51]), sowie von Honda und Matsushita[52]) über die Struktur der Mangan-, Wolfram- und Chromstähle, durch welche die allerdings schon durch anderweitige Untersuchungen bekannte Tatsache bestätigt wird, daß sich bei den für die Herstellung permanenter Magnete und selbsthärtender Stähle so wichtigen W-, Mn- und Cr-Legierungen neben dem gewöhnlichen Eisenkarbid Fe_3C noch einfache Karbide WC und Mn_3C sowie die Doppelkarbide $3Fe_3C \cdot Mn_3C$ und $4Fe_3C \cdot WC$ bilden, die ihrerseits wieder bei etwa 400° einen magnetischen Umwandlungspunkt haben, bei dessen Überschreitung sie sich durch die hierbei auftretende Änderung der Magnetisierbarkeit verraten.

Weiter sei noch auf eine Untersuchung von Nusbaum, Cheney und Scott[53]) über die Änderung des Verlaufs der Magnetisierungskurve und des Sättigungswertes von abgeschrecktem Stahl mit 0,85% C durch Anlassen bei Temperaturen bis zu 600° hingewiesen, wobei sich bekanntlich der im gehärteten Stahl gelöste C allmählich in fein verteiltem Zustand als Karbid wieder ausscheidet (Troostit und Sorbit).

Magnetische Ermittlung von Eisenerzlagern. Als neue und aussichtsreiche praktische Verwendung des Magnetismus sind die Versuche erwähnenswert, über welche Königsberger und Gallus[54]) berichten. Verhältnismäßig einfach ist die Aufgabe, wenn es sich um mächtige Lager stark magnetischer Erze handelt, und tatsächlich hat sich in Schweden zur Aufsuchung neuer und zur Umgrenzung bereits bekannter Magnetitlager das auf magnetischen Messungen begründete Verfahren von Carlheim-Gyllensköld bereits als unentbehrlich erwiesen; aber auch auf Lager von weniger stark magnetisierbaren Erzen, wie Brauneisenerz usw. hofft man bei Benutzung empfindlicherer Instrumente das Verfahren ausdehnen zu können. Jedenfalls erhält man auf diesem Wege in vielen Fällen Anhaltspunkte dafür, wo mit Bohrungen bzw. der Ausbeutung eines Lagers einzusetzen ist, während anderseits die Angaben, wo sich Messungen für den Physiker überhaupt lohnen, vom Geologen geliefert werden müssen, mit dem der Physiker stets Hand in Hand zu arbeiten hat.

[1]) Kelen, El. Masch.-Bau S 466. — [2]) R. Gans, Ann. Phys. Bd 63, S 382. — [3]) Honda und Okubô, Science Rep. Tôhokû Univ. Bd 6, S 183 (1917). — [4]) Stern, Zschr. f. Phys. Bd 1, S 147. — [5]) Lenz, Phys. Z. S 613. — [6]) W. Pauli jr., Phys. Z. S 615. — [7]) P. Weiß, Arch. sc. phys. et nat. R 5, Bd 2, S 417. — [8]) Théodoridès, C. R. Bd 171, S 715. — [9]) Perrier u. Balachowsky, Arch. sc. phys. et nat. R 5, Bd 2, S 5. — [10]) R. Gans, Ann. Phys. Bd 61, S 379. — [11]) A. W. Smith u. H. Hammond, Phys. Rev. R 2, Bd 15, S 249. — [12]) Honda u. Kido, Scient. Rep. Tôhoku Univ. Bd 4, S 21 (1915). — [13]) W. Brown, Proc. Dublin Soc. (N. F.) Bd 14, S 297 (1914). — [14]) Rogowski, Arch. El. Bd 9, S 278. — [15]) Lehrs, Arch. El. Bd 9, S 280. — [16]) Engelhardt, ETZ S 647. — [17]) Flad, Z. Fernmeld. Bd 1, S 139. — [18]) v. Auwers Ann. d. Phys. Bd 63, S 867. — [19]) v. Horvath, Diss. Berlin 1919, 82 S. — [20]) Cheney, Sc. Pap. Bur. of Standards Nr 361, S 625 (1920). — [21]) E. Wilson, Electr. (Ldn.) Bd 83, S 197 (1919). — [22]) Dellenbaugh, J. Am. Inst. El. Eng. S 579. — [23]) A. Campbell, Phys. Soc. London R 4, Bd 32, S 232. — [24]) Spooner, El. World Bd 77, S 91. — [25]) T. Soné, Sc. Rep. Tôhoku Univ. Bd 8, S 115 (1919). — Phil. Mag. R 6, Bd 39, S 350. — [26]) E. H. Williams, Phys. Rev. R 2, Bd 14, S 348 (1919). — [27]) Rosenbohm, Z. phys. Chem. Bd 93, S 693 (1919). — [28]) Rud. Weber, Ann. Phys. Bd 62, S 666. — [29]) Isnardi u. Gans, Ann. d. Phys. Bd 61, S 585. — [30]) Ishiwara, Sc. Rep. Tôhoku Univ. Bd 3, S 303 (1914). — [31]) Ishiwara, Sc. Rep. Tôhoku Univ. Bd 9, S 233 (1920). — [32]) Conr. Wolff, Diss. Techn. Hochsch. Breslau 1920, 29 S. — [33]) Gans u. Fonseca, Ann. Phys. Bd 61, S 742. — [34]) Honda u. Takagi, Sc. Rep. Tôhoku Univ. Bd 6, S 321 (1918). — [35]) Yensen, El. World Bd 75, S 774. — [36]) Ishiwara, Sc. Rep. Tôhoku Univ. Bd 5, S 53 (1917). — [37]) Honda u. Ishiwara, Sc. Rep. Tôhoku Univ. Bd 5, S 9 (1917). — [38]) Soné u. Ishiwara, Sc. Rep. Tôhoku Univ. Bd 3, S 271 (1914). — [39]) Gumlich, Arch. El. Bd 9, S 153. — Stahl u. Eisen S 1097. — [40]) Honda u. Saitô, Sc. Rep. Tôhoku Univ. Bd 9, S 417 (1920). — Phys. Rev. R 2, Bd 16, S 495 (1920). — Electr. (Ldn.) Bd 85, S 706 (1920). — [41]) Evershed, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 591, 616, 643. — [42]) Mor-

gan, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 4. — [43]) H. Schering, Diss. Göttingen 1920. — [44]) Honda, Sc. Rep. Tôhoku Univ. Bd 6, S 139 (1917). — [45]) Honda, Sc. Rep. Tôhoku Univ. Bd 4, S 169 (1915); Bd 5, S 285 (1916). — [46]) Honda u. Takagi, Sc. Rep. Tôhoku Univ. Bd 4, S 261 (1915). — [47]) Ishiwara, Sc. Rep. Tôhoku Univ. Bd 6, S 133 (1917); Bd 9, S 401 (1920). — [48]) Honda u. Murakami, Sc. Rep. Tôhoku Univ. Bd 6, S 23 (1917). — [49]) Ishiwara, Sc. Rep. Tôhokû, Univ. Bd 6, S 285 (1918). — [50]) Honda u. Murakami, Sc. Rep. Tôhoku Univ. Bd 6, S 53 (1917). — [51]) Matsushita, Sc. Rep. Tôhoku Univ. Bd 8, S 79 (1919). — [52]) Honda u. Matsushita, Sc. Rep. Tôhoku Univ. Bd 8, S 89 (1919). — [53]) Nusbaum, Cheney u. Scott, Scient. Pap. Bur. of Standards Bd 16, S 739, 1920, Nr 404. — [54]) Königsberger u. Gallus, Stahl u. Eisen S 1523.

XV. Messung elektrischer Lichtquellen.

Von Privatdozent Dr.-Ing. N. A. Halbertsma.

Grundbegriffe, Einheiten. In einer längeren Arbeit stellte Halbertsma[1]) die geschichtliche Entwicklung des Lichtstärke- und des Lichtstrombegriffs, ihre Bedeutung für die Bewertung der Lichtquellen und eine Anzahl Anwendungen des Lichtstrombegriffs, die zu sehr einfachen Berechnungen führen, zusammen. Auf diesem Gebiet bewegten sich auch Ausführungen Bökers[2]) und Wallots[3]). Halbertsma[4]) wies nochmals darauf hin, daß eine neue Regelung der Bewertung der Lichtquellen dringend erforderlich ist, so sind z. B. die Glühlampennormalien des VDE vollkommen veraltet. Ein Vorschlag für die normalisierte Darstellung der Lichtverteilung (Umrechnung auf nackte Lampe von 1000 Lumen, halbe Polarkurve, Tabelle für Lichtstärke, und Raumwinkellichtströme) wurde von demselben Verfasser gemacht[5]). Das neue französische Gesetz über die Maßeinheiten berücksichtigt auch die photometrischen Einheiten[6]), allerdings sind die Definitionen nicht vollständig klar.

Subjektive Photometrie. Gehlhoff und Schering[7]) haben ein Photometer für sehr geringe Flächenhellen (und daher auch Beleuchtungen) angegeben, das keinen Auffangschirm im üblichen Sinne besitzt. Lux[8]) berichtete über einen Schwärzungsmesser für photographische Platten, Meggers (mit Foote) über ein ähnliches Instrument[9]). Ein tragbares Photometer von sehr geringen Abmessungen gab Tuck[10]) an. Im Berichtsjahre hat ein einfacher tragbarer Beleuchtungsmesser[11]) (der foot-candle meter von C. H. Sharp) in den Vereinigten Staaten in größerem Umfange Verwendung gefunden als Photometer, dessen Gebrauch jedem mit Beleuchtungsfragen beschäftigten Menschen möglich ist. Das Photometer wird von den Edison Lamp Works, Harrison, N. J., zum Preise von Doll. 30 in den Handel gebracht und hat das Interesse an Beleuchtungsmessungen sehr gehoben. Richtmeyer und Crittenden[12]) stellten an Hand eines großen Beobachtungsmaterials die Genauigkeit photometrischer Messungen fest und fanden für das Kontrastphotometer von Lummer-Brodhun u. a. 0,3% als mittleren Fehler. Powell und Summers[13]) beschrieben die neueren Fortschritte in der praktischen Photometrie. Eder[14]) und Hecht griffen auf das Graukeilphotometer zurück.

Objektive Photometer. Eine neue hochempfindliche Thermosäule beschrieb Voege[15]). Korn[16]) berichtete über die Verwendung von Selenzellen für die Photometrie. Rankine[17]) untersuchte die Beziehungen zwischen der Beleuchtung des Selens und seiner Leitfähigkeit.

Johanna Matthaei[18]) stellte Beobachtungen an lichtelektrischen Alkalizellen an im Hinblick auf ihre praktische Verwendbarkeit in der Photometrie. Compton[19]) beschrieb ein lichtelektrisches Photometer, dessen Ströme durch eine Elektronenröhre verstärkt werden. Case[20]) hat eine neue lichtelektrische Substanz gefunden, die er Thalofide nennt. Seiler[21]) untersuchte die Farbenempfindlichkeit lichtelektrischer Zellen.

Ulbrichtsche Kugel und ihre Anwendungen. Von R. Ulbricht erschien im Berichtsjahre das Buch: Das Kugelphotometer[22]), das eine sehr bemerkenswerte Darstellung der Theorie der Kugel und der Fehlerquellen enthält. In Anbetracht der stets zunehmenden Verwendung der Ulbrichtschen Kugel zu Lichtstrommessungen ist diese Abhandlung von der Hand ihres Erfinders und berufensten Kenners voller Beachtung wert. Eine großzügige Anlage zur Photometrierung des Scheinwerferlichtstroms durch eine Ulbrichtsche Halbkugel wurde von Benford[23]) beschrieben. Derselbe Verfasser hat auf die Ulbrichtsche Kugel eine Methode zur Bestimmung des diffusen Reflexionsvermögens aufgebaut[24]). In ähnlicher Weise verwenden sowohl Sharp und Little[25]) als auch Taylor[26]) die Ulbrichtsche Kugel. Cady[27]) untersuchte den Einfluß der Abweichungen des Kugelanstrichs von reinem Weiß.

Verschiedenes. Von Norden[28]) erschien eine zweite Abhandlung über die Messung der Schatten (JB 1919, S. 189). Erfle und Gehlhoff[29]) diskutierten die Abweichungen vom quadratischen Entfernungsgesetz, die beim Scheinwerfer auftreten, und ihren Einfluß auf die Berechnung und Messung der Beleuchtung.

1) N. A. Halbertsma, Z. Beleucht. S 83, 97, 104, 112, 121, 132, 142, auch als Buch »Der Lichtstrombegriff und seine Anwendungen«, Verlag Krayn, Berlin. — 2) R. Böker, Z. Beleucht. S 31. — 3) J. Wallot, Z. Beleucht. S 135. — 4) N. A. Halbertsma, El. Masch.-Bau S 281. — 5) N. A. Halbertsma, ETZ S 813. — 6) K. Strecker, ETZ S 980. — 7) G. Gehlhoff u. H. Schering, Z. techn. Phys. S 247. — 8) H. Lux, Photogr. Korresp. Bd 57, S 13. — 9) W. F. Meggers u. P. D. Foote, Journ. Optical Soc. of America S 24. — 10) D. Tuck, Trans. Ill. Eng. Soc. S 539. — 11) C. F. Sackwite, Trans. Ill. Eng. Soc. Bd 13, S 292, 1918. — 12) F. K. Richtmeyer u. E. C. Crittenden, Journ. Optical Soc. of America S 371. — 13) A. L. Powell u. J. A. Summers, Gen. El. Rev. S 954. — 14) J. M. Eder, Photogr. Korresp. Bd 57, S 1, 41. — 15) W. Voege, Phys. Z. S 288. — 16) A. Korn, Dingl. Bd 335, S 85. — 17) A. O. Rankine, Philos. Mag. Bd 39, S 482. — 18) J. Matthaei, Z. Beleucht. S 17, 32, 45, 66, 77, 86, 107, 114. — 19) A. H. Compton, Trans. Ill. Eng. Soc. S 28. — 20) T. W. Case, Phys. Rev. Bd 15, S 289. — 21) E. F. Seiler, Astrophys. Journ. Bd 52, S 129. — 22) R. Ulbricht, Das Kugelphotometer, Verlag R. Oldenbourg, München. — 23) F. A. Benford, Trans. Ill. Eng. Soc. S 19. — 24) F. A. Benford, Gen. El. Rev. S 72. — 25) C. H. Sharp u. W. F. Little, Trans. Ill. Eng. Soc. S 802. — 26) A. H. Taylor, Scient. Papers B. o. S. Nr 391. — 27) F. E. Cady, Journ. Frankl. Inst. Bd 189, S 787. — 28) K. Norden, Z. Beleucht. S 73. — 29) Erfle u. Gehlhoff, Z. Beleucht. S 4, 11, 103, 111.

XVI. Elektrochemie.

(Wissenschaftlicher Teil.)

Von Prof. Dr. K. Arndt.

Leitfähigkeit. Feste Salze leiten im Gegensatz zu geschmolzenen Salzen und zu wässerigen Lösungen zumeist außerordentlich schlecht. Weil es sehr schwer ist, das Salz für die Widerstandsmessung in eine geeignete Form zu bringen, Übergangswiderstände an den Elektroden auszuschalten und jede Spur von Feuchtigkeit auszuschließen, ist die Leitfähigkeit dieser Stoffe bisher nur mangelhaft bekannt. Um die Angabe von Fritsch[1]), daß der Zusatz eines zweiten Salzes die Leitfähigkeit beträchtlich erhöhe, nachzuprüfen, hat R. Ketzer[2]) die Leitfähigkeit des Bleichlorids und Bleibromids, sowie ihrer Gemische mit Natriumchlorid, Kaliumchlorid oder Kaliumbromid gemessen. Die völlig reinen und trocknen Substanzen pulverte er unter Ausschluß der Feuchtigkeit und preßte sie zu Pastillen, an welche er amalgamierte Kupferscheiben als Elektroden andrückte. Im Gegensatz zu Fritsch fand er viel kleinere Leitfähigkeiten (z. B. für Bleichlorid nur $5{,}5 \cdot 10^{-2}$ Mikrosiemens bei 37^0) und

konnte keine Erhöhung durch die Beimischung feststellen. Sehr merkwürdig war aber der Einfluß, welchen vorübergehendes Erhitzen auf 300°, also auf eine weit unterhalb der Schmelzpunkte liegende Temperatur, ausübte. Bei dem reinen Bleichlorid war die Leitfähigkeit nach dem Erkalten über 10mal so groß als vorher, bei seinen Gemischen sogar mehrere 100mal so groß. Bei Bleibromid wurde durch diese Behandlung die Leitfähigkeit nur wenig erhöht, im Gemisch um das 20fache gesteigert. Eine Proportionalität zwischen Menge des Zusatzes und Leitfähigkeitssteigerung war nirgends zu ersehen. Chemische Zersetzung beim Erhitzen scheint nicht die Ursache jener überraschenden Erhöhung zu sein.

Günther Schulze[3]) hat seine Untersuchung über Permutite weitergeführt. Durch Behandlung mit den entsprechenden Salzlösungen tauschte er Kalium gegen Kadmium, Blei, Chrom und Lithium gegen Kalium aus. Weil im Permutit das Anion sich nicht bewegt, wird die Leitfähigkeit des Permutits nicht nur wie in wässerigen Lösungen durch den Grad der elektrolytischen Dissoziation, sondern auch durch den Raum bedingt, welcher dem Kation zur Verfügung steht, d. h. durch das Molvolumen (das Volumen eines Grammoleküls). Dieses Molvolumen ändert sich proportional der ausgetauschten Menge, solange der Kristallwassergehalt des Permutits konstant bleibt. Im Chrompermutit, welcher im Gegensatz zu den bisher geprüften Permutiten nicht 5, sondern 13 Mol Wasser bindet, ist infolge der dadurch bewirkten Auflockerung die Beweglichkeit der Chromkationen groß und von der gleichen Größenordnung wie in wässeriger Lösung.

Auch von heißem Silberchlorid, Silberbromid, Silberjodid, scheint der Strom einseitig durch die Kationen überführt zu werden, wie C. Tubandt[4]) durch eine sinnreiche Versuchsanordnung feststellte. Er preßte kleine Zylinder aus diesen Salzen zwischen eine Anode aus Silber und eine Kathode aus Platin. Weil diese Salze in der Hitze verhältnismäßig gut leiten, konnte er eine Anzahl Milliampere hindurchschicken und die aufgewendete Strommenge im Silbercoulometer genau messen. An der Kathodenseite schaltete er ein Plättchen aus Jodsilber ein, weil aus ihm sich das Silber ziemlich zusammenhängend abscheidet und nicht wie bei den anderen Silbersalzen in dünnen Fäden, welche stören würden. Nach Beendigung des Versuches ließen sich die glattgeschliffenen Endflächen der Zylinder zumeist leicht voneinander lösen; sie wurden dann einzeln gewogen. Bei einem Versuche mit Silberchlorid hatte die Anode genau soviel Silber verloren, wie sich an der Kathode und im Coulometer abgeschieden hatte, während das Gewicht der eingeschalteten Silberchloridzylinder unverändert war. Das Faradaysche Gesetz der Elektrolyse war also erfüllt; aber nur das Silberkation hatte sich bewegt, während das Chloranion festlag. Ebenso verhalten sich Brom- und Jodsilber. Das Temperaturbereich der Messungen wird nach unten durch den Umwandlungspunkt 143° und nach oben durch den Schmelzpunkt 552° des Jodsilbers begrenzt.

Wenn Kupfersulfür Cu_2S in den Weg des Stromes gebracht wird, so geht dies in Kupfersulfid CuS über, wobei es um das Gewicht des nach der Kathode geführten Kupfers leichter wird. Beim Bleichlorid wandern hingegen die Chloranionen, während die Bleikationen stillstehen. Eigenartig verhält sich Silbersulfid. Seine eine Form, das α-Schwefelsilber, leitet elektrolytisch, indem die Silberionen wandern; aber das β-Schwefelsilber überführt bedeutend weniger Silber, als dem Faradayschen Gesetze entspricht. Hier nimmt Tubandt gemischt elektrolytische und metallische Leitung an. Auch sulfidhaltiges Kupfersulfür scheint »gemischt« zu leiten.

Spannungsmessungen. Die EMK von Ketten der Form

Blei / gesättigte Bleichloridlösung / Silberchlorid / Silber

ist durch Konstanze Krahmer[5]) gemessen worden, um die Bildungswärme des Bleichlorids und anderer Halogensalze zu berechnen. Mit vieler Mühe gelang es ihr, eine Bleielektrode von konstantem Potential herzustellen, indem

sie auf einem ausgeglühten Platindraht aus einer Lösung von kieselfluorwasserstoffsaurem Blei unter ausgeprobten Bedingungen glattes feinkristallinisches Blei elektrolytisch niederschlug.

Das Oxydationspotential des einwertigen Thalliums wurde von G. Grube und A. Herrmann[6]) in einer Lösung, welche von Thallo- und Thallisulfat je 0,0138 Mol, außerdem 0,982 Mol Schwefelsäure im Liter enthielt, zu $\varepsilon_h = 1{,}211$ V gefunden. Daraus folgt, daß Thallosulfat in schwefelsaurer Lösung durch Sauerstoffgas nicht oxydiert werden kann, daß aber Thallisulfat, dessen Potential 1,26 V beträgt, in solcher Lösung allmählich unter Sauerstoffentwicklung in das Thallosalz übergeht.

G. Grube und H. Gmelin[7]) fanden bei ihren Untersuchungen über die anodische Gewinnung von Alkalisalzen der Eisensäure, des Ferri- und des Ferrohydroxydes folgende Gleichgewichtspotentiale unter den betreffenden Versuchsbedingungen:

Für $Fe + 2 \oplus \rightleftarrows 2\, Fe^{\cdot\cdot}$ ist $\varepsilon_h = -0{,}86$ V
Für $Fe^{\cdot\cdot} + \oplus \rightleftarrows Fe^{\cdot\cdot\cdot}$ ist $\varepsilon_h = -0{,}69$ V
Für $Fe^{\cdot\cdot\cdot} + 3 \oplus \rightleftarrows Fe^{VI}$ ist $\varepsilon_h = +0{,}55$ V.

Elektrolyse wässeriger Lösungen. In starker warmer Alkalilauge bekleidet sich eine Eisenanode nicht mit Oxyd, sondern löst sich sechswertig zu tiefrotem eisensaurem Alkali. G. Grube und H. Gmelin[8]) konnte diese interessante, leicht zersetzliche Verbindung mit guter Ausbeute gewinnen, indem sie dem Gleichstrom Wechselstrom überlagerten und dadurch den Zeitpunkt hinausschoben, in welchem die Eisenanode sich nicht mehr löst, sondern »passiv« wird und Sauerstoff entwickelt. Zu stärkeren Natriumferratlösungen gelangten sie, als sie die Anode mit einem Diaphragma umgaben und das Volumen der Anodenflüssigkeit möglichst beschränkten. Oberhalb 50⁰ zerfällt die gewonnene Lösung, indem sich Sauerstoffgas entwickelt und Ferrihydroxyd ausfällt. Bei Luftabschluß und nicht zu hoher Stromdichte gelingt es, das Eisen zweiwertig als Alkalisalz des Ferrohydroxyds zu lösen. Der Elektrolyt färbt sich dabei schwach grünlich, die Eisenanode bleibt blank, bis sie sich plötzlich, indem ihr Potential um 1,5 V edler wird, mit einer sammetschwarzen Oxydschicht bekleidet und rotes Ferrat entsendet. Alkalische Lösungen des dreiwertigen Eisens konnten hingegen elektrolytisch nur durch Oxydation des zweiwertigen oder durch Reduktion des sechswertigen Eisens gewonnen werden.

Entladungen in Gasen. Die Verteilung des Ozons im Glimmlicht ist von E. K. Rideal und J. Kunz[9]) gemessen worden. Sie spannten in der Achse eines 25 mm weiten Messingrohres einen Platindraht aus, luden diese Elektroden auf 16500 V und leiteten einen langsamen Sauerstoffstrom hindurch. Mit Hilfe eines Glasröhrchens entnahmen sie aus den verschiedenen Teilen der Lichthüllen, welche den positiv geladenen Draht und die Innenwand des negativ geladenen Rohres umgaben, Gasproben und bestimmten in ihnen den Ozongehalt. In der positiven »Korona« nimmt der Ozongehalt bis zu einem Abstand von 70 mm schnell zu und bleibt dann fast konstant. Die negative Korona ist reicher an Ozon; auch hier steigt der Ozongehalt mit der Entfernung von der Elektrode rasch an.

[1]) Fritsch, Wied. Ann. Bd 60 (1897), S 300. — [2]) R. Ketzer, Z. Elchemie S 77. — [3]) Günther Schulze, Z. Elchemie S 472. — [4]) C. Tubandt, Z. Elchemie S 77. — [5]) Konstanze Krahmer, Z. Elchemie S 97. — [6]) G. Grube u. A. Herrmann, Z. Elchemie S 291. — [7]) G. Grube u. H. Gmelin, Z. Elchemie S 459. — [8]) G. Grube u. H. Gmelin, Z. Elchemie S 153. — [9]) E. K. Rideal u. J. Kunz, J. Physical Chem. Bd 24, S 379.

XVII. Elektrophysik.

Elektrophysik. Von Dr. Ernst Radel, Berlin. — Elektromedizin und Elektrobiologie. Von Dr. H. Zöllich, Berlin.

Elektrophysik.

Von Dr. Ernst Radel.

Allgemeines. Relativitätstheorie. Die Ergebnisse der unter Eddington ausgesandten englischen Expedition zur Beobachtung der Lichtablenkung am Rande der Sonnenscheibe während der Sonnenfinsternis am 29. Mai 1919 hat allgemeines Interesse für die Relativitätstheorie erregt. Die gemeinverständliche Darstellung der Theorie von A. Einstein[1]) erlebte daher im Berichtsjahre in rascher Folge die 10. Auflage. Daneben erschien noch eine umfangreiche Literatur über denselben Gegenstand, in der die Autoren mit mehr oder weniger Geschick versuchen, den gebildeten Laien in die Gedankengänge der Theorie einzuführen. Es seien nur erwähnt die Arbeiten von W. Bloch[2]), M. Schlick[3]), L. Grebe[4]). Bemerkenswert ist auch die von Blumenthal[5]) herausgegebene Neuerscheinung der Abhandlungen über die Relativitätstheorie von H. A. Lorentz, A. Einstein, H. Minkowski. Auf der anderen Seite fehlt es nicht an Arbeiten, in denen die Schlußfolgerungen aus den Ergebnissen der Sonnenfinsternisexpedition einer scharfen Kritik unterzogen werden. So zeigen L. Grebe und A. Bachem[6]), daß die bisherigen Messungen der Rotverschiebung an der Sonne eine Fehlerquelle enthielten, welche die gezogenen Schlüsse nicht rechtfertigt. Während Anderson[7]) vermutet, daß eine anormale laterale Refraktion an der Grenze des Schattenkegels einen Effekt ähnlich der von der Relativitätstheorie geforderten Lichtablenkung erzeugen könne, wenden sich A. S. Eddington[8]) und Reichenstätter[9]) dagegen. Beide finden aber für die Krümmung der Lichtstrahlen infolge der Gravitation nur die Hälfte des Einsteinschen Wertes. Von weiteren Arbeiten sei erwähnt eine Darstellung der relativistischen Mechanik auf Grund von Formeln des Quaternionenkalküls von T. Flint[10]), ferner eine Arbeit von F. Slate[11]), welcher zeigt, daß die Newtonsche Mechanik und die Relativitätstheorie auch in der Beschreibung der Elektronenbewegung untereinander in Einklang gebracht werden können.

Über die Struktur des Äthers liegen einige Arbeiten vor, die nur erwähnt werden können, von L. Silberstein[12]), O. Lodge[13]) und R. Birkeland[14]). Zum Schluß sei hingewiesen auf eine Arbeit von A. Smekal[15]) über die spezielle Relativitätstheorie und Probleme des Atomkerns.

Elektron, Atom- und Molekülbau. Das im Berichtsjahre zweifellos umfangreichste Gebiet der reinen Physik behandelt den Aufbau der Materie. Über die Größe des Elektrons liegen zwei Arbeiten vor, in welchen gezeigt wird, daß für die wahre Existenz des Ehrenhaftschen Subelektrons keine strengen Beweismittel vorliegen. Die Unterschreitung des bekannten Wertes $4{,}77 \cdot 10^{-10}\ e \cdot s$ für das el. Elementarquantum ist nicht durch den el. Zustand der untersuchten Nebelteilchen bedingt, sondern lediglich eine Folge von noch nicht richtig ausführbaren Größenbestimmungen kleinster Partikel. E. Radel[16]) zeigte das Versagen des Fallgesetzes von Stokes-Cunningham und E. Norst[17]) die Unvollkommenheiten und Fehler der optischen Größenbestimmung submikroskopischer Teilchen.

Über den Bau der Atome und Moleküle liegen zahlreiche Arbeiten vor. Da sie jedoch keineswegs zu einem Abschluß gelangt sind, seien nur die zusammenfassenden Darstellungen erwähnt, welche ein Bild der heutigen Anschauungen über Atom- und Molekülbau geben. Es sind dies die Arbeiten von A. Sommerfeld[18]), L. Graetz[19]), H. Geiger[20]), M. Born[21]).

Über die Kristallstruktur liegen einige sehr interessante Arbeiten vor. K. Heil[22]) untersucht den Einfluß der Kristallstruktur auf α-Strahlen. Er

findet, daß die einen Kristall parallel einer Molekülschicht durchsetzenden α-Teilchen den geringsten Widerstand und geringsten Energieverlust erleiden. Eine rein theoretische Arbeit von A. Reis[23]) behandelt die Kristallgitter. Während Physiker und Kristallographen die Aufhebung des Molekülverbandes zugunsten des Gitterverbandes als einen wesentlichen Grundzug des Überganges vom amorphen in den Kristallzustand ansehen, sträuben sich die Chemiker gegen die Preisgabe des Molekülbegriffs für den festen Zustand. Verfasser beseitigt diesen Gegensatz durch den Nachweis von zwei geometrisch verschiedenen Typen, nämlich dem Molekülgitter und dem Ionengitter. Von besonders technischer Bedeutung sind einige Arbeiten, in denen die Strukturen von Metallen und Kunststoffen untersucht werden. Sie werden im Abschnitt »Röntgenstrahlen« besprochen.

Unsere Kenntnisse über die isotopen Elemente sind im Berichtsjahre wesentlich vermehrt worden. Mit Hilfe seines Spektrographen für positive Strahlen konnte F. W. Aston[24]) zeigen, daß neben Neon, welches nach früheren Untersuchungen aus 2 Isotopen mit den Atomgewichten 20 und 22 besteht, Chlor und Quecksilber fraglos als Gemische anzusehen sind. J. Joly und Poole[25]) versuchten, Blei von seinen Isotopen durch Zentrifugieren zu trennen. Sie erhielten ein negatives Resultat. Mit demselben Gegenstand beschäftigt sich G. v. Hevesy[26]).

Zum Schluß sei auf eine sehr bemerkenswerte Arbeit von Sir E. Rutherford[27]) hingewiesen. Durch Ablenkungsversuche von Teilchen geringer Reichweite aus Stickstoff und Sauerstoff im magnetischen Felde, welche ursprünglich für die Rückstoßatome dieser Elemente gehalten wurden, fand er eine Ablenkbarkeit, die sowohl viel größer ist als sie für solche Rückstoßatome anzunehmen ist, als auch größer als sie bei α-Teilchen ist; anderseits ist sie aber geringer als bei H-Teilchen aus H_2 und CO_2. Diese Teilchen sind Atome mit der Masse ungefähr 3 und der Ladung 2. Solch ein Atom ist aber als Isotopes von Helium zu betrachten. Neben den H-Teilchen sind diese neuen Teilchen wichtige sekundäre Einheiten beim Aufbau der Atomkerne.

Elektrostatik. K. Przibram[28]) setzt seine Untersuchungen an el. Figuren fort. Er zeigt mittels einer von L. O. Pederson angegebenen Versuchsanordnung, daß die Entladung, welche die elektrischen Figuren erzeugt, an der Kathode etwas früher beginnt als an der Anode. In einer zweiten Untersuchung berichtet er über Größenbestimmungen an Lichtenbergschen Figuren in verschiedenen Gasen. Er gelangt zu Resultaten[29]), welche den Ergebnissen von L. O. Pederson widersprechen. Zusammen mit E. K. Michailova[30]) erzeugt Verfasser auf einer natürlichen Spaltfläche eines Gipskristalls eine el. Figur und steigert dabei die Spannung bis zur Gleitbüschelbildung. Verfasser findet alsdann, daß die negativen Gleitbüschelstiele überwiegend längs der großen Achse der elliptischen Staubfigur, d. h. in der Richtung der kleinsten Dielektrizität hervorschießen, während die positiven Büschelstiele eher die hierzu senkrechte Richtung bevorzugen. Die Methode der Lichtenbergschen Figuren benutzt auch H. Rubens[31]) in einer Untersuchung über die optischen und el. Symmetrieachsen monokliner Kristalle.

G. Falckenberg[32]) bestimmt die Dielektrizitätskonstante von Wasser, Äthylalkohol, Methylalkohol und Azeton in Abhängigkeit vom Druck nach der Lecherschen Methode unter Zuhilfenahme eines Senders von H. Rukop. Aus der Tatsache, daß die in der Refraktionsformel von Wiener auftretende Formzahl unmögliche Werte ergibt, schließt Verfasser, daß die Röntgensche Vermutung, der Polymerisationsgrad hänge vom Druck ab, richtig ist. Die Beziehung zwischen Dielektrizitätskonstante und Formzahl bei Mischkörpern aus Luft und KCl untersuchte E. Stoecker[33]). Er findet Übereinstimmung mit der Wienerschen Theorie, die Dielektrizitätskonstante und Formzahl hängen von den Salzkörnern ab. — H. Freundlich und P. Rona[34a]) berichten über Versuche, welche die Frage entscheiden sollen, ob die an der Grenzfläche von zwei Phasen auftretenden beiden Potentialdifferenzen, die thermodynamische

und elektrostatische, identisch sind oder nicht. Verfasser gelangen zu dem Resultat, sie seien nicht identisch. Die thermodynamische P. D. stellt den Gesamtwert dar, der zwischen dem Innern der ersten und dem der zweiten Phase besteht, während die elektrokinetische nur der in die verschiebbaren Flüssigkeitsschichten entfallende Teil ist.

Über ein neues verbessertes Modell der Wommelsdorfschen Kondensatormaschine berichten Wommelsdorf[34b]) und Henning[34c]). Bei der neuen Influenzmaschine sind die Feldzellen der besseren Reinigung wegen offen an einem Gestell befestigt, so daß sie leicht abgenommen werden können; eine regulierbare Luftstrecke dient zur Einstellung des günstigsten Polarisatorwiderstandes.

Von theoretischen Arbeiten seien einige erwähnt: A. Smekal[35]) untersucht die Abweichungen vom Coulombschen Gesetz in großer Nähe der elementaren Ladungen. — K. F. Herzfeld[36a]) beschäftigt sich mit Doppelschichten und Oberflächenspannung an polarisierten Elektroden. Die Ableitung der Beziehung zwischen Potentialdifferenz und Oberflächenschicht ist an gewisse Annahmen über räumliche Ionenkonzentrationsänderungen geknüpft. — H. Faxén[36b]) behandelt den Zusammenhang zwischen Maxwellschen Gleichungen für Dielektrika und den atomistischen Ansätzen von H. A. Lorentz.

Thermoelektrizität. John L. Haughton[37a]) untersucht das thermoelektrische Verhalten von Leitern, die aus zahlreichen thermoelektrisch verschiedenen Bestandteilen zusammengesetzt sind. Er betrachtet 2 Grenzfälle: der lineare Leiter ist aus zwei Metallen derart zusammengesetzt, daß eine große Zahl von Schichten beider Metalle im Wechsel 1. in der Längsrichtung und 2. quer dazu, also Serien- und Parallelschaltung, aufeinander folgen. Er stellt für beide Fälle Formeln auf, die für die Kombination Zinn und Blei kein entscheidendes Resultat ergaben, sich dagegen für Kupfer und Nickel bestätigen ließen.

Elektrizitätsleitung in festen und flüssigen Körpern. Eine neue Bestimmung der absoluten Widerstandseinheit ist von Grüneisen und Giebe[37b]) ausgeführt. Die Methode besteht in der Herstellung mehrerer Selbstinduktionen, ihrer Berechnung und elektrischen Auswertung. Verfasser finden 1 int. Ohm = 1,00051 abs. Ohm. Eine Hg-Säule von 1 cm^2 Querschnitt bei 0^0 und 106,24 cm Länge hat demnach den Widerstand 1 abs. Ohm.

Über die **Supraleitfähigkeit** liegen einige Arbeiten vor. W. Meißner[38]) bestimmt die thermische und elektrische Leitfähigkeit von Lithium zwischen 20 und 373^0 abs. G. Lippmann[39]) untersucht die elektrischen Widerstände beim Siedepunkt des Heliums. Diese sind nach Kammerlingh Onnes nahezu verschwindend. Verfasser behandelt rein theoretisch die elektromagnetischen Erscheinungen in einem Stromkreis mit unendlich großer Leitfähigkeit, die nach der angegebenen Methode von K. Onnes hergestellt ist. Ein solcher Stromkreis wird gewissermaßen impermeabel für magnetische Kraftlinien, die Erscheinungen spielen sich so ab, wie es die statischen Gesetze verlangen. Über den gleichen Gegenstand handelt eine Arbeit von C. A. Crommelin[40]), in der nach Besprechung der älteren Ergebnisse Versuche zur elektronentheoretischen Erklärung der Supraleitfähigkeit beschrieben werden.

Über die Änderung des **Widerstandes** von Drähten durch Dehnung berichtet Ellen Lax[41]) in einer Dissertation. Sie untersucht in erster Linie Legierungen mit geringem Temperaturkoeffizienten. Bei diesen ist der Effekt ziemlich klein. Es wurden auch Messungen bei der Temperatur der flüssigen Luft vorgenommen, die jedoch aus technischen Gründen wenig genau ausfielen. — Mit dem Leitvermögen verdünnter mischkristallfreier Legierungen beschäftigt sich in einer theoretischen Arbeit K. Lichtenecker[42]). Die Leitfähigkeit fester Salze und Salzgemische untersucht R. Ketzer[43a]). Er findet die Leitfähigkeit stets abhängig von dem Grade der Pressung der zu Pastillen geformten Salze. Von bedeutendem Einfluß auf die Leitfähigkeit erwies sich die Vorbehandlung der Salze. Infolge einer Erhitzung auf etwa 300^0 findet eine Vergrößerung auf das 10- bis 18fache statt. Geringe Zusätze nach dem Erhitzen vor der Pressung erhöhten die Leitfähigkeit außerordentlich. Auf Einzelheiten kann hier nicht

eingegangen werden. — Von den im Berichtsjahre publizierten Arbeiten der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt[43b]) sind einige Widerstandsmessungen zu erwähnen: Es wurde gemessen der elektr. Widerstand von Nickel, das in ganz besonderer Reinheit von W. C. Heraeus in Pulverform geliefert und in Quarzröhren zusammengeschmolzen war. Als Wiederstandsverhältnis ergab sich bei 3 Proben mit 0,07 — 0,17% Verunreinigung der Wert R_{100}/R_0 1,6657 — 1,6569. Bei der Temperatur des flüssigen Wasserstoffes werden die Leitungswiderstände von anderen Metallen untersucht. Die Ergebnisse sind in einer Tabelle zusammengestellt. Ferner wurden die Widerstände von Aluminium-Zinklegierungen, die von der Firma Griesheim Elektron hergestellt waren, gemessen.

Über Kontakte liegen einige Arbeiten vor. F. Kraus[44]) sucht ein Bild zu geben über die zulässige Belastung von Apparaten und lösbaren Kontakten. Der Kontaktwiderstand folgt in seinen Versuchen dem Ohmschen Gesetz. Die Messung des Temperaturkoeffizienten der Kontaktwiderstände ergab kein klares Bild. Von größerem Einfluß ist die Sinterung; sie wird zurückgeführt auf ein durch seine Wärmewirkung verursachtes besseres Anpassen der Kontaktoberflächenteile aneinander. Der Oberflächenzustand ist von größtem Einfluß. Ein elektrolytischer Einfluß zeigte sich nirgends. Durch Erhöhung des Druckes konnte der Widerstand nicht so stark herabgesetzt werden wie durch Vergrößerung der Auflagefläche (Unterteilung der Kontaktfläche bei Bürsten). Eine Zinn-Bleilötung kommt einer direkten Verbindung beider Metallteile praktisch gleich. Über Größe und Beständigkeit von Kontaktverbindungen an Aluminium berichtet R. Richter[45]) in mehreren Arbeiten. Er gelangt zu folgenden Schlüssen: Schweiß- und Würgverbindungen zwischen Al-Drähten geben zuverlässigen Kontakt, ebenso Lötverbindungen, wenn massive Hülsen benutzt werden. Schraubverbindungen und Kabelschuhverbindungen bewähren sich nur, wenn die übergeschobenen Schraubhülsen resp. Kabelschuhe aus Messing sind. Die Stellung der zu verbindenden Metalle in der elektrischen Spannungsreihe hat keinen Einfluß auf die Beständigkeit der Kontaktverbindungen.

Girousse[46]) zeigt ein Verfahren, um die Ströme zu ermitteln, die sich in metallischen Leitungen (Gas-, Wasserleitung) in der Nähe stromführender Leiter ausbilden.

Selen. Über das Selen sind einige Publikationen erschienen. A. Korn[47]) gibt eine erweiterte Theorie der Kompensation zur Überwindung der Trägheit der Selenzellen bei der Photometrie und Bildtelegraphie. W. S. Gripenberg[48]) behandelt den sog. Schatteneffekt. Durch Versuche, auf deren Einzelheiten nicht eingegangen werden kann, stellt Verfasser fest, daß von einer eigentlichen Schattenwirkung beim Selen keine Rede sein kann. Es handelt sich lediglich um eine Ermüdungserscheinung. Weitere Arbeiten über die Selenzelle sind bei den Röntgenstrahlen behandelt.

Zum Studium der Amalgame liefert Giovanna Mayr[49]) interessante Beiträge. Er berichtet über Versuche, bei denen ein schwacher elektrischer Strom durch sehr verdünnte Amalgame geleitet wurde, um festzustellen, ob eine Überführung des Metalls von der einen zur anderen Elektrode stattfindet.

Zum Schluß sei eine theoretische Arbeit von P. Lenard[50]) angeführt, in welcher im Anschluß an frühere Untersuchungen die Wanderungsgeschwindigkeit kraftgetriebener Partikel in reibenden Medien behandelt wird.

Elektrizitätsleitung in Gasen. Die Untersuchung el. Entladungen in Gasen und Dämpfen haben im Berichtsjahre zur Konstruktion einiger neuer Lampen geführt. F. W. Aston[51]) beschreibt eine neue Lampe für stroboskopische Zwecke. Sie besteht aus zwei größeren Räumen mit Al-Elektroden, die durch eine lange dünne Kapillare verbunden sind. Die Lampe ist mit Neon von 5 bis 10 mm Druck gefüllt. — Über die Bedeutung der Edelgase, speziell des Neons, für die Beleuchtungstechnik, Edelgasgleichrichter und andere Instrumente, bei denen Gasentladungen eine entscheidende Rolle spielen, handelt eine zusammenfas-

sende Arbeit von F. Schröter[52]). — Eine mit Neon (1 cm Druck) gefüllte Wechselstrom-Quecksilberlampe für große Leistungen ist von H. George[53]) konstruiert. Eine neue Kadmiumlampe, die intensives monochromatisches Licht aussendet, beschreibt F. Bates[54]). — E. Rumpf[55]) setzt seine Untersuchungen über die Polarisation in der Geißlerentladung fort. Er setzt in ein Geißlerrohr 2 Sonden ein und weist an ihnen die Polarisation durch kondensatorartige Oberflächenschichten nach. — T. C. Hebb[56]) untersucht die Elektrodenspannung eines Lichtbogens in Hg-Dampf in Abhängigkeit von der Temperatur der Glühkathode. Es zeigt sich dabei, daß bei hohen Temperaturen auch unterhalb 4,9 V, dem Wert der Resonanzspannung, der Lichtbogen brennen kann. Messungen der Anregungspotentiale der Quecksilberlinien liegen vor von R. Seeliger[57]) und J. Franck und Einsporn[58]). — Messungen am Helium führte aus C. T. Compton[59]), welcher zeigte, daß He bei hohem Druck durch stoßende Elektronen von 20 V nicht nur zur Lichtemission angeregt, sondern auch ionisiert wird. Mit abnehmendem Druck geht die Ionisierung zugunsten der Strahlung zurück. J. Franck und P. Knipping[61]) bestimmen möglichst genau das Resonanzpotential und Ionisierungspotential zur Abtrennung eines und beider Elektronen des Heliums. Auf die Einzelheiten der sehr inhaltsreichen Arbeiten kann nicht näher eingegangen werden. F. Skaupy[60]) untersucht den Einfluß der Ionisierungsspannung bei chemischen Reaktionen in Gasgemischen mit Edelgasen. In Edelgasröhren mit Alkalielektroden dauert die Selbstreinigung des Neons bei Stromdurchgang viel kürzere Zeit als die Selbstreinigung des Argons. Die gleiche Erscheinung zeigt sich bei Befreiung der betreffenden Edelgase vom Stickstoff mit glühendem Kalziumkarbid. Verfasser bringt diese Erscheinungen in Zusammenhang mit den relativen Werten der Ionisierungsspannungen der betreffenden Gase verglichen mit denen der Verunreinigungen und nimmt an, daß die Moleküle erst in positive Ionen verwandelt werden müssen, ehe sie reagieren. In einer zweiten Arbeit behandelt F. Skaupy die Entmischungsvorgänge und das Auftreten von Druckdifferenzen in der positiven Säule der Edelgase. In einer früheren Arbeit über diesen Gegenstand zeigte Verfasser, daß ein Gemisch von Edelgasen, durch welches ein starker Strom hindurchgeht, sich in der Weise entmischt, daß das Gas kleinerer Ionisierungsspannung zur Kathode wandert. Durch die Beobachtung eines starken Druckunterschiedes zwischen Anoden- und Kathodenraum, der eintritt, wenn ein reines Edelgas wie Argon von einem starken elektrischen Strom durchflossen wird, glaubt Verfasser nun nicht mehr, daß der Unterschied der Ionisierungsspannungen, sondern daß der des Atomgewichtes ausschlaggebend ist.

Durch Aufnahme von Stromspannungskurven in einem Glühkathodenrohr ermittelt G. Found[62]) die Ionisierungsspannung für Argon, 15 bis 16 V, Stickstoff ca. 16 V, Kohlenoxyd 13,5 bis 14 V, Quecksilber 10 bis 11 V, Wasserstoff 15 V, Helium (nicht exakt gereinigt) 20,5 V. — L. B. Loeb[63]) bestimmt mit Hilfe der Rutherfordschen Wechselstrommethode die Beweglichkeit von Elektrizitätsträgern in Wasserstoff und Stickstoff. Die primären Elektronen werden lichtelektrisch ausgelöst. J. E. Lilienfeld[64]) setzt seine Arbeiten über die Hochvakuumentladung fort. Statt der früher ausgeführten Sondenmessungen, die nach Ansicht einiger Forscher nicht ganz einwandfrei sind, nimmt Verfasser die Charakteristiken durch Messungen der Klemmenspannungen an Rohren mit verschiebbaren Elektroden auf. Wie früher schließt er aus seinen Resultaten auf eine quadratische Beziehung zwischen Strom und Spannung im Gegensatz zu dem $v^{3/2}$-Gesetz von Langmuir. Durch besondere Versuche mit einem gut ausgepumpten Hochspannungsventil entnimmt er, daß das Gesetz von Langmuir nur beschränkte Gültigkeit habe und kein notwendiges und hinreichendes Kriterium für ein gutes Vakuum sei.

Über den Kathodenfall in Neon teilen A. H. Compton und C. C. van Voorhis[65]) Messungen mit. Die Resultate stellen sie in einer Tabelle zusammen. — W. O. Sawtelle[66]) setzt seine Untersuchung über die Beeinflussung einer oszillierenden Funkenentladung durch ultraviolettes Licht fort. Er berichtet

über neue Versuche, in denen er prismenspektrographische Aufnahmen von Funken macht, die zwischen einer Funkenstrecke überspringen, deren negative Elektrode mit ultraviolettem Licht, herrührend von einer Eisenfunkenstrecke, bestrahlt wird. Weitere Aufnahmen werden in Aussicht gestellt.

Kanal- und Kathodenstrahlen. R. v. Traubenberg[67]) gibt eine zusammenfassende Darstellung über Eindringen der Kanalstrahlen, Durchgang durch feste Körper, Reflexion an festen Körpern und Emission von Elektronen beim Aufprallen von Kanalstrahlen auf feste Körper. — Die Technik der Beobachtung bei der Kanalstrahlanalyse behandelt J. J. Thomson[68]). — Über die zahlreichen Arbeiten E. Goldsteins über Kanalstrahlen ,Kathodenstrahlen und Untersuchungen über die Einwirkung der Kathodenstrahlen auf chemische Verbindungen sind zusammenfassende Berichte im Goldsteinheft der Naturwissenschaften[69]) erschienen. Eine große Zahl von Arbeiten über Kathodenstrahlen beschäftigen sich mit den Vorgängen in Elektronenröhren. Da sie in engem Zusammenhang mit Problemen der drahtlosen Telegraphie stehen, sollen sie im Kapitel über Schwingungen abgehandelt werden.

Röntgenstrahlen. Der Intensitätsmessung von Röntgenstrahlen sind mehrere Untersuchungen gewidmet. H. T. Schreus[70]) führte Versuche aus mit dem Intensimeter von Fürstenau, welches auf der Widerstandsänderung einer von Röntgenstrahlen getroffenen Selenzelle beruht. Verfasser gelangt zu dem Resultat, daß das Intensimeter infolge zeitlicher Inkonstanz der Angaben wenig geeignet ist. Gegen diesen Befund wendet sich R. Fürstenau[71]). Er weist nach, daß seine Selenzellen in bezug auf Dunkelwiderstand und Empfindlichkeit keine merklichen Schwankungen zeigen; er gibt Zellen an, welche eine außerordentlich geringe Ermüdung aufweisen. — Ein neues Röntgenstrahldosimeter beschreiben R. Glocker und W. Reusch[72]). Das Instrument besteht in einer dauernd in den Strahlengang eingeschalteten Ionisationskammer, deren Ionisationsstrom galvanometrisch gemessen wird. Die Anordnung ermöglicht, jede Änderung der Strahlung durch Regenerierung usw. zu kompensieren. Ebenfalls auf Ionisation beruht eine von Manne Siegbahn und K. A. Windgårdh[73]) ausgearbeitete Methode zur Intensitätsmessung von Röntgenstrahlen. Es werden 2 monochromatische vom selben Punkte der Antikathode eines Röntgenrohres kommende Strahlen in 2 verschiedenen Ionisationskammern zu gleicher Zeit abgeglichen. Sind zunächst beide Strahlen abgeglichen, so kann man durch Einfügen eines Körpers in den Gang des einen Strahles und darauffolgende Abgleichung mit Hilfe eines rotierenden Sektors Absorptionsmessungen vornehmen. In ganz ähnlicher Weise führt T. Aurén[74]) Absorptionsmessungen aus.

Eine neue Röntgenröhre, die trotz großer Brennfleckfläche scharfe Bilder ergeben soll, beschreiben H. R. Schinz und E. Schwarz[75]). Die Arbeit bleibt von J. E. Lilienfeld[76]) nicht unwidersprochen, der die Brennfleckbelegung seiner Röhre für homogener hält als die aller anderen Hochvakuumröhren. — Eine sehr interessante Entwicklungsgeschichte der modernen Röntgenröhren ist von F. Voltz und F. Zacher[72]) verfaßt. Einzelheiten können leider nicht behandelt werden.

Zum Schluß sei auf die Anwendung der Röntgenspektroskopie bei Strukturbestimmungen hingewiesen. Eine der Methode von Seemann, die bereits im Vorjahre mitgeteilt ist, analoge beschreibt unabhängig Helge Bohlin[78]). Das Kristallpulver wird nicht wie bei dem Verfahren von Debye zu einem Stab gepreßt, sondern auf ein Band dünn aufgetragen. Die Methode ist besonders für stark absorbierende Substanzen geeignet. Die Kristallstruktur von Zinkoxyd untersucht W. L. Bragg[79]) röntgenometrisch mittels einer Palladiumantikathode. Den Einfluß mechanischer und thermischer Einwirkungen auf die Metallstruktur ermitteln S. Nishikawa und S. Asahara[80]) mittels einer Coolidgeröhre. Sie untersuchen insbesondere den Einfluß des Walzens bei Ag und Sn und die starke Veränderlichkeit der Beugungsbilder bei der Annäherung an die Umwandlungstemperatur. Die Veränderlichkeit der Beugungsbilder

erlaubt gleichzeitig genaue Messung der Umwandlungstemperatur. Strukturbestimmungen von Kristallen mit der Laueschen Methode führen ferner aus P. Ewald, A. Kratzer und L. Citron[81]). Eine technisch sehr weittragende Untersuchung begann im Berichtsjahre O. Herzog[82]), der mittels einer Coolidgeröhre nach der Laueschen Methode Strukturmessungen an Kunststoffen und verschiedenen Zellulosederivaten vornahm. Von den Untersuchungen ist zunächst nur eine vorläufige Mitteilung publiziert.

Ein einfaches rechnerisches Verfahren, welches gestattet, aus Absorptionsmessungen durch allmähliche Annäherung ein Bild der spektralen Energieverteilung einer Röntgenstrahlung zu gewinnen, gibt H. Kröncke[83]).

Elektrizitätserregung. In einer kritischen Betrachtung älterer Resultate zeigt K. F. Lindeman[84]), daß gegenwärtig kein experimenteller Beweis für die Existenz wahrer Pyroelektrizität vorliegt. J. Traube[85]) beschäftigt sich mit der Balloelektrizität. Verfasser gibt einen Überblick über die Untersuchungen von Christiansen und setzt die gewonnenen Resultate in Beziehung zur Oberflächenspannung. Er gelangt zum Ergebnis, daß die Molekularkräfte, welche Elektrolyt mit Wasser verbinden, und welche zwischen Nichtelektrolyten und Wasser bestehen, elektrischer Natur sind.

Als Fortsetzung seiner früheren Studien über Berührungselektrizität gibt A. Coehn[86]) zusammen mit A. Lotz neue interessante Versuche an. — Eine technisch wichtige Arbeit von H. F. Geist[87]) behandelt das Auftreten statischer Ladungen beim Überspringen des Zündfunkens von Verpuffungsmaschinen. Diese Ladungen können parallel liegende Stromkreise, vor allem die Zündkabel induzieren. Die Ladungen können sich infolge wechselnder Polarität verstärken oder schwächen; im ersten Falle entsteht Frühzündung, im zweiten Falle bleibt die Zündung aus. Von der Güte der Isolatoren hängt es ab, wie lange sich die Ladungen halten. Am wenigsten stören die Einflüsse den Motor bei feuchter Luft.

Lichtelektrischer Effekt und Elektrooptik. O. Lodge[88]) erklärt die Wirkung des Lichtes auf die Netzhaut in der Weise, daß die in der Retina befindlichen Atome Lichtenergie aufspeichern, bis die aufgenommene Energiemenge zur Aussendung von Elektronen hinreicht. — Über lichtelektrische Zellen liegen mehrere Arbeiten vor. J. Matthaei[89]) gibt einen ausführlichen Bericht über die Entwicklung der photoelektrischen Photometrie und berichtet speziell über die praktische Verwendbarkeit der Alkalizellen in der Photometrie. Bei dieser Gelegenheit mag auf den prinzipiellen Unterschied zwischen physiologischer und photoelektrischer Photometrie hingewiesen werden. Während als Grundlage für die erste das Einstellen zweier Objekte auf gleiche Helligkeit dient, ist für die zweite gleiche Zusammensetzung des bestrahlenden Lichtes Voraussetzung, weil die lichtelektrische Wirkung im Gegensatz zur physiologischen stark mit Abnahme der Wellenlänge anwächst. — Über neue photoelektrische Substanzen aus Thalliumsulfid und Oxyd, deren Herstellung nicht angegeben ist, berichtet F. W. Case[90]). Eine Zelle aus dieser Substanz soll im Gegensatz zu Selen äußerst geringe zeitliche Trägheit besitzen bei gleichmäßiger Empfindlichkeit. Die Zelle heißt »Thalofide Cell«. — J. Elster und H. Geitel[91]) veröffentlichen Versuche über die scheinbare photoelektrische Nachwirkung an Kalium und den Einfluß der Entgasung auf den Photoeffekt an Metallen. — B. Gudden und R. Pohl[92a]) berichten über lichtelektrische Beobachtungen an Zinksulfiden und isolierenden Metallsulfiden und über die Ausleuchtung der Phosphoreszenz durch elektrische Felder. Ferner teilen sie Versuche mit über die lichtelektrische Leitfähigkeit von Diamant.

R. Seeliger und G. Mierdel[92b]) beginnen mit einer Untersuchung über die Anregung der Atome zur Lichtemission durch Elektronenstoß. Zunächst führen sie eine experimentelle Bestimmung der Anregungsfunktion aus. Hierunter verstehen sie für eine bestimmte Frequenz die Abhängigkeit der in dieser Frequenz unter sonst gleichen Umständen bei Anregung durch Elektronenstoß emittierten Energie von der Geschwindigkeit der Elektronen. — G. A. Hemsalech[93]) behandelt die Leuchtwirkung, welche der Thermoelektronenstrom bei Durch-

gang durch die Dämpfe in der Nähe einer einzelnen Graphitplatte hervorruft. — Über den Einfluß des el. Feldes auf die optischen Eigenschaften liegt eine Arbeit von Pauthenier[94]) vor. Anknüpfend an die Theorie von Voigt und Pockels und die Versuche von Äckerlein zeigt er unter Verwendung von el. Schwingungen, mit denen er Kondensator und Lichtquelle betreibt, daß das el. Feld die Fortpflanzungsgeschwindigkeit nicht nur beeinflußt, wenn das Licht senkrecht, sondern auch wenn es parallel zu den Kraftlinien polarisiert ist.

Wechselstrom, Hochfrequenz und Schwingungen. Über die mathematische und experimentelle Darstellung der Leistung von Wechselströmen liegt eine interessante Arbeit vor von W. Grix[95a]). Die beschriebene, zur Leistungsmessung geeignete Darstellungsweise für Wechselströme beruht auf der Konstruktion der Kurve $i = f(e)$. Für sinusförmigen Spannungs- und Stromverlauf stellt diese Funktion einen Kegelschnitt dar. Auf die Einzelheiten kann nicht eingegangen werden.

In einer rein theoretischen Arbeit behandelt A. Hund[95b]) bisymbolische Gleichungen und ihre Verwendung in der Elektrotechnik. Die Beziehungen zwischen den Strom- und Spannungswerten, die jede für sich durch einfache symbolische Beziehungen verknüpft sind, führen zu einer bisymbolischen Gleichung, die durch symbolische Differentiation in eine einfache symbolische Gleichung verwandelt werden kann. Man erhält also eine rein algebraisch lösbare komplexe Gleichung, aus der sich die richtigen Winkelgeschwindigkeiten ermitteln lassen. An einigen Anwendungsbeispielen wird die wohl nicht allgemein geläufige Darstellung erläutert.

M. Gildemeister[95c]) berichtet über einen verbesserten akustischen Wechselstromerzeuger. — A. Esau[96]) stellt Formeln auf zur Berechnung der Selbstinduktionskoeffizienten mehrlagiger Spulen. Die bekannten älteren Formeln setzen große Windungszahlen und gleichmäßige Verteilung des Stromes über den ganzen Wickelraum voraus. Die Formeln des Verfassers gelten für den in der Praxis fast stets vorkommenden Fall, daß die Spulen eine merkliche Ganghöhe haben. Auch für den Fall kleiner Windungszahlen wird eine Formel aufgestellt. — Über die Berechnung des Wechselstromwiderstandes von massiven Eisenleitern beliebiger Querschnittsform liegt eine Arbeit von K. Zickler[97]) vor. — Über einen sehr großen induktionsfreien Widerstand, bei dem auch bei hohen Frequenzen die Induktivität der Windungsform bis herab zu 0,1 Megohm vernachlässigt werden kann, berichtet W. Mc Lachlan[98]). — Von Arbeiten über Kabel, die meist technischer Natur sind, sei erwähnt eine Untersuchung von H. Lichte[99]), welcher das magnetische Feld eines mit Wechselstrom gespeisten Seekabels untersucht. Bei der Frequenz 50 Per/s umfassen die Kraftlinien das Seekabel konzentrisch; für höhere Frequenzen trifft dies nur in geringer Entfernung vom Kabel zu. Bei weiterem Abstand kehrt sich die Feldrichtung um und geht allmählich in die horizontale Richtung über. Die Richtung des elektrischen Feldes ist überall parallel zum Kabel.

Über Detektoren sei eine Arbeit von R. Ettenreich[100]) erwähnt, in welcher die Frage untersucht wird, bis zu welcher Grenze die Gleichstromcharakteristik von Kontaktdetektoren auf schnelle Wechselströme anwendbar ist.

Eine Zusammenstellung der wichtigsten Formeln über den Hochfrequenzwiderstand von Leitern verschiedener Formen gibt G. W. Howe[101]). Er behandelt den geradlinig ausgespannten Draht, 2 Paralleldrähte, ein- und mehrlagige Spulen aus Draht und Litze. Speziell mit einlagigen Spulen beschäftigt sich A. Gothe[102]). — Von A. Preß[103]) liegt eine Arbeit über den Skineffekt vor. Verfasser weist nach, daß die einen stromführenden Leiter umkreisenden magnetischen Kraftlinien durch die Nachbarschaft ferromagnetischer Körper nicht beeinflußt werden. Der Skineffekt von Spulen, die in Eisennuten gelagert sind, ruft daher die gleiche Stromverteilung in den Leitern hervor, als wenn die Umgebung der Spule eisenfrei wäre. — G. Leithäuser[104]) gibt eine Reihe von Hochfrequenzmessungen mit Hilfe der Elektronenröhren. Auf die Einzelheiten kann leider nicht eingegangen werden. — Über die mittelfrequenten

Vorgänge in Tonfunkensendern ist eine Arbeit von F. F. Martens und G. Zickner[105a]) erschienen. Verfasser untersuchen, in welcher Weise der Transport von Energie von der Maschine in den Stoßkreiskondensator bei verschiedenen Betriebszuständen des Senders erfolgt. — P. Boucherot[105b]) untersucht die Strom- und Spannungsverhältnisse in elektrischen Resonanzkreisen, die in den Spulen Eisenkerne enthalten. Er macht dabei die Annahme, daß die Magnetisierungskurve aus 2 geradlinigen unter stumpfem Winkel zusammenstoßenden Stücken besteht. An einem Beispiel wird gezeigt, daß bei eisenhaltigen Kreisen sehr hohe Überspannungen auch noch weit von der Resonanzstelle des Systems entfernt aufheben können.

Von den in das Gebiet der reinen Physik gehörenden Arbeiten über Vakuumröhren seien folgende genannt. G. Preuner und L. Pungs[106]) geben eine einfache kalorimetrische Bestimmung des Wirkungsgrades von Senderöhren an. Es werden die Verluste in der Röhre mit einem Kalorimeter und die zugeführte Leistung im Anoden- und Heizkreis mit optischen Temperaturmessern ermittelt. Über die Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Empfangsverstärkern ist eine umfangreiche Arbeit von M. Pirani[107]) erschienen, auf deren Einzelheiten nicht eingegangen werden kann. — Einen neuen Elektronenverstärker für niedrige Anodenspannung beschreibt E. Rüchardt[108]). — Eine sehr interessante Anwendung des Röhrensenders geben Grüneisen und Merkel[109]). Sie beschreiben ein Instrumentarium, welches als kontinuierlich veränderliche Frequenznormale für akustische und langsame el. Schwingungen dienen kann. Die Schwingungszahlen liegen im Bereich 700 bis 46000 sec^{-1}. — H. Barkhausen und F. Kurz[110]) geben eine ausführliche Untersuchung der störenden el. Schwingungen, die bei einer der bekannten Vakuummeßschaltungen für Glühkathoden-Eingitterröhren entstehen, und berichten über die bisher erreichten kürzesten el. Wellen von 43 cm. Zur Erreichung von 10 cm langen Wellen stellen sie eine Berechnung auf.

F. O. Hulburt und G. Breit[111]) beschreiben eine Anordnung zur Messung der Empfangsenergie in der drahtlosen Telegraphie mittels Elektrometer in Verbindung mit Elektronenröhren. Von den mehr theoretischen Arbeiten über Vakuumröhren seien erwähnt: H. Rukop[112]), Die Hochvakuumeingitterröhre; M. A. Schirmann[113]), Berechnung des Durchgriffs von Doppelgitterverstärkerröhren; M. Abraham[114a]), Die Spule im Strahlungsfeld verglichen mit der Antenne. — Erwähnt seien auch 2 Untersuchungen von W. H. Eccles[114b]). In der ersten, betitelt: The algebra of ionic valves ersetzt Verfasser die Raumladung durch eine Gegen-EMK und stellt für den Emissionsstrom die Gleichung $i_a = k_a (e_a - e_s)$ auf, die für die ganze Kennlinie gilt. k_a und e_s sind nur konstant im geraden Teil. Die Theorie wird angewendet auf eine Verstärkerröhre mit dem inneren Widerstand r_a und dem Nutzwiderstand R; als Spannungsverstärkung ergibt sich der Ausdruck $gR/(R + r_a)$, wo $1/g$ dem Barkhausenschen Durchgriff entspricht. In einer zweiten Arbeit beschreibt Verfasser nach längerer Einleitung über Verwendung, Aufbau und Wirkungsweise der Verstärkerröhren Verstärker für niedere Frequenzen unter 50 Per/s.

Über el. Schwingungen sind folgende Arbeiten erschienen. J. Wallot[115]) untersucht theoretisch das Verhalten einer ebenen elektromagnetischen Welle beim Durchgang durch eine parallel zur Wellenebene stehenden dielektrischen Schicht mit stetig veränderlichen Dielektrizitätskonstanten und Anschluß an die Gebiete vor und hinter dieser Schicht. — O. Schriever[116a]) gibt eine Versuchsanordnung, die gestattet, elektromagnetische Wellen an dielektrischen Drähten in höchster Reinheit darzustellen. Das von der Theorie abweichende Resultat, daß am Draht auch Wellen möglich sind, deren Länge größer ist als die berechnete Grenzwellenlänge, wird durch die Annahme erklärt, daß es sich nicht um eigentliche Drahtwellen, sondern um solche handelt, die mit Strahlung verbunden sind. — Über elektrische Schwingungen, die im Wasser eintreten und über die Dielektrizitätskonstante des Wassers ist eine Arbeit von

M. Sanzin[116b]) erschienen. Verf. benutzt ein Lechersystem mit 2 Brücken, er erregt das System mit einem Röhrengenerator. Das zu untersuchende Wasser befindet sich in einem paraffinierten Holztopf. Über die Einzelheiten der Untersuchung und die Ergebnisse muß die Originalarbeit nachgelesen werden.

J. Langmuir[116c]) beschäftigt sich mit den Erscheinungen in Kathodenröhren mit Wolframkathode. Verf. teilt die Charakteristik ein in 2 Gebiete: das Gebiet der Sättigung und das Gebiet der Oberflächenladung. In einer theoretischen Diskussion, auf die hier leider nicht näher eingegangen werden kann, erörtert Verf. die anfängliche Elektronengeschwindigkeit, die negative Ladung der Glaswandung der Röhre, den Potentialsturz längs der Kathode, das magnetische Feld um die Kathode, die Temperaturverhältnisse und die Wirkung eines äußeren magnetischen Feldes.

Radiologie. Von dem großen Handbuch der Radiologie von E. Marx[117]) ist im Berichtsjahre der erste Band erschienen. Er enthält folgende Kapitel: J. S. Townsend, Ionisation der Gase; H. Geitel, Die Radioaktivität der Erde und der Atmosphäre. — Aus dem Institut für Radiumforschung liegen mehrere Mitteilungen vor. F. Brößler[118]) berichtet über Versuche zur Erreichung des Sättigungsstromes in Zylinderkondensatoren bei Ionisation durch *Ra*-Emanation im Gleichgewicht mit ihren Zerfallsprodukten. — A. Gabler[119]) teilt Versuche mit über die Ausbeute an aktivem Niederschlag des Radiums im el. Felde. — G. Kirsch[120]) publiziert über die Konstanz des Verhältnisses zwischen *UX* und *UY*. — M. Szeparowicz[121]) teilt Untersuchungen mit über die Verteilung von Radiumemanation in verschiedenen Phasen. — Von A. Smekal[122]) ist eine Arbeit erschienen über die Dimension der α-Partikel und die Abweichungen vom Coulombschen Gesetz in großer Nähe el. Ladungen. — Stefan Meyer[123]) liefert Beiträge zur Kenntnis der Zerfallskonstante des Aktiniums und des Abzweigungsverhältnisses der Aktiniumreihe. — Als Abschluß seiner Untersuchung über den Ionenwind bringt V. F. Heß[124]) eine Arbeit über Konvektionserscheinungen in ionisierten Gasen.

Über den radioaktiven Zerfall des Atomkerns liegen zwei Arbeiten vor. G. Kirsch[125]) berichtet über die Beziehungen zwischen Zerfallskonstante und Reichweite und den Bau des Atomkerns. — Th. Wolff[126]) publiziert Betrachtungen über den radioaktiven Zerfall des Atomkerns. Beide Arbeiten knüpfen an an die Formel von Lindemann. — Im Anschluß an seine im vergangenen Berichtsjahre publizierten Atombauformeln für die Radioelemente, nach denen eine α-Teilchenaussendung mit dem Übergang zweier »metastatischer« Elektronen vom Valenzring zum nächst inneren und instabilen Ring verknüpft sein soll, während eine β-Teilchenausstrahlung vom Übergang eines Elektrons in umgekehrter Richtung begleitet ist, denkt sich J. W. D. Hackh[127]) die einzelnen Radioelemente aus den jeweiligen Endprodukten der 3 Zerfallsreihen (von Uranradium, Uranaktinium, Thorium) sowie aus Heliumatomen und Elektronen aufgebaut. Über Rutherfords neueste Arbeiten über den Atomkern ist von R. Seeliger[128]) ein zusammenfassender Bericht erschienen. Gleichfalls mit den Rutherfordschen Arbeiten beschäftigt sich W. Lenz[129]). — Über die Gesetzmäßigkeiten der α-Strahler berichtet H. Th. Wolff[130]). Verfasser stellt Beziehungen auf zwischen dem Logarithmus der Reichweite R eines α-strahlenden Radioelements und der Zahl s, welche angibt, das wievielte Zerfallsprodukt der betreffende α-Strahler innerhalb seiner Zerfallsreihe ist. — Über die Streuung der γ-Strahlen liegt eine Arbeit von W. F. Kohlrausch[131]) vor. — Zum Schluß sei eine Arbeit von O. Hahn und L. Meitner[132]) über die Anwendung der Verschiebungsregel auf gleichzeitig α- und β-Strahlen aussendende Substanzen genannt.

[1]) A. Einstein, Spec. u. allgem. Relativitätstheorie, Braunschweig, Vieweg. — [2]) W. Bloch, Relativitätstheorie, 2. Aufl., Leipzig, Teubner. — [3]) M. Schlick, Elektrot. Umschau Bd 8, S 6. — [4]) L. Grebe, Umschau Bd 24, S 181. — [5]) Blumenthal, Leipzig, Teubner. — [6]) L. Grebe u. A. Bachem, ZS Phys. Bd 1, S 51. — [7]) Anderson, Nature Bd 104, S 354. — [8]) A. S. Eddington,

Nature Bd 104, S 372. — [9]) E. Reichenstätter, Ann. Phys. Bd 61, S 1. — [10]) T. Flint, Phil. Mag. Bd 39, S 439. — Phys. Ber. S 1122. — [11]) F. Slate, Phil. Mag. Bd 39, S 433. — Phys. Ber. S 1122. — [12]) L. Silberstein, Phil. Mag. Bd 39, S 161. — Phys. Ber. S 1514. — [13]) O. Lodge, Phil. Mag. Bd 39, S 170. — Phys. Ber. S 1516. — [14]) R. Birkeland, Phil. Mag. Bd 37, S 150. — Phys. Ber. S 1517. — [15]) A, Smekal, Naturwiss. S 206. — [16]) E. Radel, ZS Phys. Bd 3, S 72. — [17]) E. Norst, Verh. D. Phys. Ges. S 68. — [18]) A. Sommerfeld, Atombau u. Spektrallinien, Braunschweig, Vieweg 1919 — [19]) L. Graetz, Atomtheorie, 2. Aufl., Stuttgart. — [20]) H. Geiger, El. Umschau Bd 8, S 213. — [21]) M. Born, Naturwiss. S 213. — [22]) K. Heil, Ann. Phys. Bd 61, S 201. — [23]) A. Reis, ZS Phys. Bd 1, S 204. — [24]) F. W. Aston, Nature Bd 104, S 334, 393, 1919. — Phys. Ber. S 400. — [25]) J. Joly u. Poole, Phil. Mag. Bd. 39, S 372. — Phys. Ber. S 817. — [26]) G. v. Hevesy, Verh. D. Phys. Ges. S 47. — [27]) E. Rutherford, Nature Bd 105, S 500. — [28]) K. Przibram, Wien. Anz. S 110. — [29]) K. Przibram, Phys. Z. S 480. — [30]) K. Przibram u. E. K. Michailova, ZS Phys. Bd 2, S 297. — [31]) H. Rubens, ZS Phys. Bd 1, S 11. — [32]) G. Falckenberg, Ann. Phys. Bd 61, S 145. — [33]) E. Stoecker, ZS Phys. Bd 2, S 230. — [34a]) H. Freundlich u. P. Rona, Berl. Ber. S 397. — [34b]) Wommelsdorf, ETZ S 726. — [34c]) Henning, Helios Exportztg. S 2903. — [35]) A. Smekal, Verh. D. Phys. Ges. S 55. — [36a]) K. F. Herzfeld, Phys. Z. S 28. — [36b]) H. Faxén, ZS Phys. Bd 2, S 218. — [37a]) J. L. Haughton, Engineering Bd 109, S 803. — [37b]) Grüneisen u. Giebe, Ann. Phys. Bd 63, S 93. — [38]) W. Meißner, ZS Phys. Bd 2, S 373. — [39]) G. Lippmann, C. R. Bd 168, S 73. — [40]) C. A. Crommelin, Phys. Z. S 274, 300, 331. — [41]) Ellen Lax, Diss., Berlin. — [42]) K. Lichtenecker, Phys. Z. S 352. — [43a]) R. Ketzer, Z. Elchemie S 77. — [43b]) Z. Instrk. S 144. — [44]) F. Kraus, El. Masch.-Bau S 1. — [45]) R. Richter, ETZ S 345, 368, 386, 409, 433, 448. — [46]) Girousse, C. R. Bd 170, S 1313. — [47]) A. Korn, Dingl. Polyt. Journ. S 85. — [48]) W. S. Gripenberg, Z. Feinmech. S 17. — [49]) G. Mayr, Phys. Ber. S 1395. — [50]) P. Lenard, Ann. Phys. Bd 61, S 666. — [51]) F. W. Aston, Proc. Camb. Phil. Soc. S 300. — Phys. Ber. S 728. — [52]) F. Schröter, Naturwiss. S 627. — [53]) H. George, C. R. Bd 170, S 458. — [54]) F. Bates, Phil. Mag. Bd 39, S 353. — Phys. Ber. S 976. — [55]) E. Rumpf, Ann. Phys. Bd 62, S 173. — [56]) T. C. Hebb, Phys. Rev. Bd 15, S 130. — [57]) R. Seeliger, ZS Phys. Bd 2, S 405. — [58]) J. Franck u. Einsporn, ZS Phys. Bd 2, S 18. — [59]) C. T. Compton, Phys. Rev. Bd 15, S 131. — Phys. Ber. S 1088. — [60]) J. Franck u. P. Knipping, ZS Phys. Bd 1, S 320. — Phys. Z. Bd 20, S 481. — [61]) F. Skaupy, ZS Phys. Bd 1, S 49; Bd 2, S 213. — Verh. D. Phys. Ges. Bd 18, S 230, 1916; Bd 19, S 264, 1917. — [62]) G. Found, Phys. Rev. Bd 15, S 132. — [63]) L. B. Loeb, Proc. Nat. Acad. Bd 6, S 435. — Phys. Ber. S 1496. — [64]) J. E. Lilienfeld, Ann. Phys. Bd 61, S 221. — [65]) A. H. Compton u. C. C. van Voorhis, Phys. Rev. Bd 15, S 492. — [66]) W. O. Sawtelle, Phys. Rev. Bd 15, S 537. — [67]) R. v. Traubenberg, JB. Rad. u. Elektr. S 283. — [68]) J. J. Thomson, Engineering Bd 109, S 318. — [69]) Naturwiss. S 717. — [70]) H. T. Schreus, Fortschr. a. Geb. d. Röntgenstr. Bd 27, S 61. — [71]) R. Fürstenau, Fortschr. a. Geb. d. Röntgenstr. Bd 27, S 273. — [72]) R. Glocker u. W. Reusch, Münch. med. Wochensch. S 181. — [73]) M. Siegbahn u. K. A. Windgårdh, Phys. Z. S 83. — [74]) T. Aurén, Phil. Mag. Bd 37, S 165. — [75]) R. Schinz u. E. Schwarz, Fortschr. a. Geb. d. Röntgenstr. Bd 27, S 1. — [76]) J. E. Lilienfeld, Fortschr. a. Geb. d. Röntgenstr. S 151. — [77]) F. Voltz u. F. Zacher, Fortschr. a. Geb. d. Röntgenstr. S 83. — [78]) H. Bohlin, Ann. Phys. Bd 61, S 421. — [79]) W. L. Bragg, Phil. Mag. Bd 39, S 647. — [80]) S. Nishikawa u. S. Asahara, Phys. Rev. Bd 15, S 38. — [81]) P. Ewald, A. Kratzer, L. Citron, Verh. D. Phys. Ges. S 33. — [82]) O. Herzog, ZS Phys. Bd 3, S 169. — [83]) H. Kröncke, Phys. Z. S 220. — [84]) K. F. Lindemann, Ann. Phys. Bd 62, S 107. — [85]) J. Traube, Ann. Phys. Bd 62, S 165. — [86]) A. Coehn, Phys. Z. S 327. — [87]) H. F. Geist, Autom. Industry S 804. — Phys. Ber. S 960. — [88]) O. Lodge, Nature S 435. — [89]) J. Matthaei, Z. Beleucht. S 17, 32, 45. — [90]) F. W. Case, Phys. Rev. Bd 15, S 289. — [91]) J. Elster u. Geitel, Phys. Z. S 361. — [92a]) B. Gudden u. Pohl, ZS Phys. Bd 2, S 181, 191. — [92b]) R. Seeliger u. G. Mierdel, ZS Phys. Bd. 1, S 355. — [93]) A. Hemsalech, Phil. Mag. Bd 39, S 241. — Phys. Ber. S 1050. — [94]) Pauthenier, C. R. Bd 170, S 101. — [95a]) W. Grix, Helios Fachz. S 1, 13, 25. — [95b]) A. Hund, El. Masch.-Bau S 289, 393, 430. — [95c]) M. Gildemeister, ETZ S 91. — [96]) A. Esau, JB. drahtl. Telegr. S 2. — [97]) K. Zickler, El. Masch.-Bau S 165. — [98]) Mc Lachlan, Rad. Rev. S 429. — [99]) H. Lichte, ETZ S 88. — [100]) R. Ettenreich,

Phys. Z. S 208. — [101]) G. W. Howe, Rad. Rev. S 225. — Phys. Ber. S 768. — [102]) A. Gothe, Arch. El. Bd 9, S 1. — [103]) A. Preß, Phys. Rev. Bd 15, S 450. — Phys. Ber. S 1503. — [104]) G. Leithäuser, JB. drahtl. Telegr. Bd 15, S 178. — [105a]) F. Martens u. G. Zickner, JB. drahtl. Telegr. Bd 15, S 266. — [105b]) P. Boucherot, Rev. Gén. El. Bd 7, S 615. — [106]) G. Preuner u. L. Pungs, JB. drahtl. Telegr. Bd 15, S 469. — [107]) M. Pirani, JB drahtl. Telegr. Bd 16, S 2. — [108]) E. Rüchardt, JB drahtl. Telegr. Bd 15, S 27. — [109]) Grüneisen u. Merkel, ZS Phys. Bd 2, S 277. — [110]) H. Barkhausen u. F. Kurz, Phys. Z. S 1. — [111]) O. Hulburt u. G. Breit, Phys. Rev. Bd 15, S 405. — [112]) H. Rukop, JB drahtl. Telegr. Bd 14, S 110. — [113]) M. A. Schirman, Arch. El. Bd 8, S 441. — [114a]) M. Abraham, JB drahtl. Telegr. Bd 14, S 259. — [114b]) W. H. Eccles, Electr. (Ldn.) Bd 84, S 162. — Nature Bd 104, S 501. — [115]) J. Wallot, Ann. Phys. Bd 61, S 447. — [116a]) O. Schriever, Ann. Phys. Bd 63, S 305. — [116b]) M. Sanzin, Rev. Gén. El. Bd 8, S 236. — [116c]) J. Langmuir, Gen. El. Rev. S 503. — Rev. Gén. El. Bd 8, S 482. — [117]) E. Marx, Handb. d. Radiologie, I Leipzig. — [118]) F. Brößler, Wien. Anz. S 10. — [119]) A. Gabler, Wien. Anz. S 110. — [120]) G. Kirsch, Wien. Anz. S 111. — [121]) M. Szeparowicz, Wien. Anz. S 111. — [122]) A. Smekal, Wien. Anz. S 112. — [123]) St. Meyer, Wien. Anz. S 133. — [124]) V. F. Heß, Wien. Anz. S 171. — [125]) G. Kirsch, Naturwiss. S 207. — [126]) Th. Wolff, Phys. Z. S 175. — [127]) J. W. D. Hackh, Phil. Mag. Bd 39, S 155. — Phys. Ber. S 957. — [128]) R. Seeliger, JB Radio. u. Elektr. S 292. — [129]) W. Lenz, Naturwiss. S 181. — [130]) H. Th. Wolff, Phys. Z. S 393. — [131]) W. F. Kohlrausch, Phys. Z. S 193. — [132]) O. Hahn u. L. Meitner, Phys. Z. Bd 2, S 60.

Elektromedizin und Elektrobiologie.

Von Oberingenieur Dr. Hans Zöllich.

Elektrobiologie und Elektrodiagnostik. R. Beutner[1]) faßt das tierische Gewebe als aus verschiedenen wässerigen Lösungen mit dazwischen geschalteten wasserunmischbaren (ölartigen) Stoffen bestehend auf und bildet es durch »Ölketten« nach. Es ergab sich eine überraschende Übereinstimmung zwischen den Strömen der Modelle und den bioelektrischen Strömen. — Schwache biologische Ströme macht Lilienstein[2]) durch Zerhacken mittels eines Tikkers od. dgl. in einem Telephon hörbar, gegebenenfalls unter Zuhilfenahme von Verstärkerröhren. — Untersuchungen über den effektiven Widerstand des menschlichen Körpers gegenüber Hochfrequenzströmen stellen Dowse und Iredell[3]) an.

El. Hilfsmittel zur Hörprüfung unter Benutzung von Elektronenröhren, unter anderm einen abstimmbaren Tonerzeuger (Otoaudion) zur Feststellung der Hörschwelle, führte Br. Grießmann[4]) vor.

Die Heilwirkung von Elektrizität und Licht.

Elektrotherapie. Ein neues Lehrbuch, das die gesamte Technik der Elektrotherapie, ihre physiologischen Grundlagen und therapeutischen Anzeigen übersichtlich behandelt, hat J. Kowarschik[5]) herausgegeben.

Nennenswerte Fortschritte im Bau der Apparate für el. Behandlung hat das Jahr nicht gebracht. — Das bereits von Bucky[6]) verwendete Kreuzfeuer-Diathermieverfahren benutzt auch A. E. Stein[7]).

Lichttherapie. Den Einfluß der ultravioletten Strahlen auf das Blut untersucht K. Traugott[8]). — Lichtbehandlung gewisser Krankheiten mit einfarbigem Licht, wie es beispielsweise die rotleuchtende Neonlampe[9]) liefert, empfiehlt Fr. Nagelschmidt[10]).

R. Fürstenau[11]) hat unter dem Namen Aktinimeter ein Lichtdosimeter mit Selenzelle herausgebracht, das bereits Axmann[12]), J. Schütze[13]) und Fr. M. Meyer[14]) zu Messungen benutzten. — Als Hilfsmittel zur Ultraviolett-Bestrahlung von Körperhöhlen dient der von H. Ladebeck[15]) beschriebene »Quarzspüler« mit lichtführendem Flüssigkeitsstrahl.

Röntgenologie.

Röntgenstrahlenerzeuger. Die Erwärmung der Antikathode von Röntgenröhren untersucht F. Zacher[16]). — Aufnahmen der Brennflecke von gashaltigen und gasfreien Röntgenröhren mit der Lochkamera zwecks Untersuchung der Elektronendichte haben Hans R. Schinz und E. Schwarz[17]) hergestellt und gedeutet. — E. Pohl[18]) ließ sich vollständig in Öl eingebettete Röntgenröhren schützen, wobei das Ölgefäß auch zum Auflegen auf den Patienten mit nachgiebigem Boden[19]) ausgeführt sein kann. Einen Schritt weiter ist W. D. Coolidge[20]) gegangen, von dem eine außerordentlich gedrängt aufgebaute Röntgeneinrichtung stammt, die in einem z. B. von einem Stativ getragenen ölgefüllten Metallkasten gleichzeitig den Hochspannungstransformator und eine Röntgenröhre aus Bleiglas enthält. Gleichfalls von Coolidge stammt eine Röntgenröhre für Zahnärzte[21]).

Auf die bereits häufig erörterten, durch die Hochspannung bedingten Gefahren in Röntgenlaboratorien geht J. S. Shearer[22]) ein. Nach F. Kirstein[23]) und H. Guthmann[24]) bestehen die Röntgenschädigungen für das Betriebspersonal in einer Ozonvergiftung. — H. Guthmann[25]) ist eine Absorptionsmasse aus elastischen Grundstoffen, Bindemittel, Härtestoffen und Schwermetallsalzen zum Auskleiden von Stativkästen usw. geschützt worden. — Einen von Bitza herrührenden »Filteralarm« zum Verhüten des Vergessens von Filtern beschrieb G. Holtzknecht[26]). Die Verwendung selbstschreibender Meßgeräte als Aufsichtsorgane zur Kontrolle der Bestrahlungszeiten schlägt W. Steuernagel[27]) vor. — Die im Vorjahre begonnene Erörterung[28]) der Bedeutung der Netzspannungsschwankungen für den Röntgenbetrieb wird von Fr. Voltz[29]), H. Martius[30]) u. a. fortgesetzt. H. Th. Schreus[31]) und Baumeister[32]) schlagen vor, die Primärspannung stets auf den niedrigsten vorkommenden Wert der Netzspannung herunterzuregeln.

Röntgendiagnostik. G. Espeut[33]) und E. Lenk[34]) empfehlen als neues Schattenmittel für die Röntgenuntersuchung des Magendarmkanals eine Mischung von Bariumsulfat mit hydrophilen Kolloiden, das Eubaryt, das nicht den unerwünschten sandigen Geschmack im Munde hinterläßt wie die üblichen Kontrastmittel. W. Bauermeister[35]) zieht das Citobaryum[36]) vor. — Die Genauigkeit und praktische Anwendbarkeit der unmittelbaren Raumbildmessung an stereoskopischen Röntgenaufnahmen untersucht W. Trendelenburg[37]). — A. E. Stein[38]) schlägt die Verwendung eines biegsamen, sich dem menschlichen Körper anschmiegenden Durchleuchtungsschirmes vor.

Das Buckysche Verfahren zur Vermeidung der bildverschleiernden Wirkung der Sekundärstrahlen bei Durchleuchtung und Aufnahme mittels Röntgenstrahlen scheint neuerdings auch in Amerika immer mehr Anhänger zu finden. Dort wurde von H. E. Potter[39]) eine Buckyblende aus einer Schar im wesentlichen paralleler Wände beschrieben, die während der Aufnahme hin und her bewegt wird. — Die Technik der Röntgenuntersuchung der Bauchorgane mittels Pneumoperitoneums (Einblasens von Gas in die Bauchhöhle)[40]) hat weitere Fortschritte gemacht; es gelang auch die Untersuchung der Bronchien[41]), sowie der Samengefäße[42]) mit Hilfe durch die entsprechenden Untersuchungsgeräte (Bronchoskop, Urethroskop) eingespritzter Schattenmittel.

Röntgentherapie. Das bekannte Buch von H. E. Schmidt[43]) über »Röntgentherapie« ist in der 5. Auflage erschienen.

Bei der Röntgenstrahlenbehandlung des Gebärmutterkrebses (Tiefentherapie) tritt das alte Freiburger Verfahren der Vielfelder-Nahbestrahlung immer mehr zurück. Es wird nur noch bei übersichtlichen Krankheitsherden verwendet, denn es führt nur auf Grund genauer geometrischer Vorbereitungen und unter Anwendung besonderer Hilfsmittel, wie sie z. B. H. Holfelder[44]) ersonnen hat (Schablonen mit Farbenkeil in Verbindung mit farbigem Figurenmuster) zu dem Ziel, alle kranken Zellen gleichmäßig ohne Unter- und Überdosierung zu treffen. Zur Erzielung möglichst homogener Durchstrahlung,

unter Ausnutzung der von benachbarten gesunden Körperteilen ausgehenden Streustrahlung verwendet man jetzt mehr und mehr möglichst große Einfallspforten und großen Brennpunkt-Hautabstand. Mit dieser sog. Ferngroßfelderbestrahlung befassen sich u. a. Warnekros und Dessauer[45]), die ein entsprechendes Behandlungsgerät beschreiben, ferner v. Jaschke und Siegel[46]). Die Bestrahlung soll nach P. W. Siegel[47]) möglichst mit zwei großen entgegengesetzt gerichteten Strahlenbündeln, d. h. einmal vom Bauch, dann vom Rücken her erfolgen. — Die Ferngroßfelderbestrahlung hat nach Seitz und Wintz[48]) bedeutende Vorzüge auch für die Behandlung von Hautkrebsen, also für die Oberflächentherapie, da durch die Vergrößerung des Brennpunktabstandes und der Einfallspforte die Tiefendosis erhöht wird. Die günstige Wirkung wird noch gesteigert, wenn man durch Aufbringen eines Weichteil-Ersatzes aus der Oberflächengeschwulst gewissermaßen eine Tiefengeschwulst macht. — Um tuberkulöse Gelenke gleichmäßig durchstrahlen zu können, umbaut sie O. Jüngling[49]) mit einer vierkantigen Hülse, füllt die Lücken mit einem die Röntgenstrahlen in gleichem Maße wie das Gewebe verschluckenden Stoff, z. B. Ton, Talk und bestrahlt von vier Seiten her. Eine wesentliche Abkürzung der Bestrahlungszeit gegenüber der für das Vielfelder- und Ferngroßfelderverfahren erforderlichen erzielt H. Chaoul[50]) durch seinen Strahlensammler: die Streustrahlung von außerhalb des ausgenutzten Strahlenkegels angeordneten Paraffinblöcken wird zur Mitwirkung herangezogen.

Die alten Versuche, die Strahlenwirkung durch in den Körper in kolloidaler Verteilung oder zusammenhängender Masse eingeführte Sekundärstrahler zu verstärken, werden immer wieder aufgenommen[51]). W. Müller[52]) glaubt aus dem Verlauf der Leukozytenkurve schließen zu müssen, daß die Injektion einer kolloidalen Lösung von Metallen, z. B. Kollargol, eine deutliche Steigerung der Strahlenwirkung ergibt. Indessen haben eingehende Versuche von Gudzent[53]) sowie W. Friedrich und M. Bender[54]) ergeben, daß eine Steigerung der biologischen Strahlenwirkung nicht zu erkennen ist. Das war nach G. Großmann[55]) zu erwarten, da sich aus theoretischen Überlegungen ergibt, daß selbst bei Einspritzen der tödlichen Dosis nur eine fast verschwindende Wirkungssteigerung durch Sekundärstrahlen eintritt. Aussichtsvoller ist die Einführung von größeren zusammenhängenden Metallmassen, z. B. von Spekula, wie M. Fränkel[56]) wieder vorschlägt.

Im übrigen sind zahlreiche Untersuchungen über Strahlenbehandlung mit Röntgen- und Radiumstrahlen und über ihre zweckmäßigste Dosierung angestellt worden, sie haben jedoch nichts wesentlich Neues zutage gefördert. — G. Loose[57]) rühmt die Vorzüge des Kristallfilters für Tiefentherapie. Über die in England mit Radiumtherapie gemachten Erfahrungen und die dort übliche Technik berichten Failla und Hayward[58]).

Die biologische Wirksamkeit von Röntgenstrahlen verschiedener Wellenlänge wird von H. Holthusen[59]) untersucht. Dieser kommt bei Bestrahlung von Spulwurmeiern, die wegen ihrer Kleinheit gewählt wurden, zu dem Ergebnis, daß der Grad der Zellenschädigung unter Voraussetzung gleicher luftelektrischer Wirkung bei verschieden harten Röntgenstrahlen nicht gleich ist. Der biologische Wirkungsgrad ist von der absorbierten Röntgenstrahlenenergie abhängig. O. Jüngling[60]) verwendet als biologisches Reagens keimende Pferdebohnen und findet, daß die Wirkung der Strahlung auf diese, gekennzeichnet durch die Wachstumshemmung, die gleiche ist wie die Strahlenwirkung auf die Haut.

Strahlenmessungen. Mit diesem als brauchbar erwiesenen Testobjekt an Stelle der nur relative Werte gebenden Dosimeter stellt Jüngling[61]) Untersuchungen über die Strahlenwirkung in verschiedenen Tiefen eines Wasserphantoms an. Außer zu dieser Messung des Dosenquotienten wird das biologische Reagens zu weiteren wissenschaftlichen Untersuchungen benutzt. Für die ärztliche Praxis wird es kaum Verwendung finden. Da ist man auf die physikalischen Dosimeter angewiesen und bevorzugt dabei solche, bei denen

der gesuchte Wert unmittelbar aus der Stellung eines Zeigers abgelesen werden kann. Ein derartiges, eine Selenzelle als wirksamen Teil enthaltendes Gerät von Fürstenau, das Intensimeter, hat Theo Schreus[62]) untersucht und für fehlerhaft befunden. Fürstenau[63]) weist demgegenüber die Behauptung, daß die Selenzellen unzuverlässig seien, als falsch zurück. — Ein neues Ionisationsmeßgerät, bei dem nicht wie bisher ein Elektrometer zur Strommessung dient, sondern infolge besonderer Ausbildung der Meßkammer ein Zeigergalvanometer verwendet werden kann, beschreibt Janus[64]): Dieses »Ionto-Galvanometer« ist durch DRP 319202 geschützt worden[65]). Mit ihm befassen sich auch Glocker und Reusch[66]). Die Verwendung einer kleinen Meßkammer in Verbindung mit Galvanometern wird ermöglicht durch Verstärkerröhren[67]), eine Anordnung, die auch von Phillips[68]) beschrieben wird. — Küpferle und Seemann[69]) halten das Krönig-Friedrichsche Dosimeterverfahren für das einwandfreieste, doch sei ein zuverlässiges Kriterium für die Leistungsfähigkeit einer Tiefentherapieeinrichtung erst das Spektrogramm. — Vorschläge zur Vereinheitlichung der Dosisangaben in der Radiumtherapie werden gemacht von P. Matzdorff[70]) und W. Lahm[71]). Seemann[72]) hat sich ein Verfahren zur Vermeidung der störenden Streustrahlung und der Durchlässigkeit der Schneiden und Blendenkanten an Blendensystemen für Röntgenstrahlen schützen lassen.

[1]) Beutner, Die Entstehung elektr. Ströme in lebenden Geweben und ihre künstliche Nachbildung durch synthetische organische Substanzen, Verl. Enke, Stuttgart. — [2]) Lilienstein, Berl. klin. Woch. S 850. — Zschr. phys. diät. Ther. S 397. — [3]) Dowse u. Iredell, Arch. Radiolog. Electrother. Bd 25, S 33. — [4]) Grießmann, Berl. klin. Woch. S 214. — [5]) Kowarschik, Elektrotherapie, Verl. J. Springer, Berlin. — [6]) JB 1915, S 225. — [7]) Stein, Strahlenther. Bd 10, S 262. — [8]) Traugott, Münchn. med. Woch. S 344. — [9]) Ewest, Berl. klin. Woch. S 644. — [10]) Nagelschmidt, Berl. klin. Woch. S 783. — [11]) Fürstenau, Dtsch. med. Woch. S 1362. — [12]) Axmann, Dtsch. med. Woch. S 1336. — [13]) Schütze, Berl. klin. Woch. S 953. — [14]) Meyer, Münchn. med. Woch. S 1410. — [15]) Ladebeck, Dtsch. med. Woch. S 1055. — [16]) Zacher, Fortschr. Röntgenstr. Bd 27, S 517. — [17]) Schinz u. Schwarz, Fortschr. Röntgenstr. Bd 27, S 1. — [18]) Pohl, DRP 327259. — [19]) Pohl, DRP 326984. — [20]) Coolidge, Am. J. Roentgenol. Bd 7, S 181. — [21]) Electr. (Ldn.) Bd 85, S 164. — Arch. Radiol. Electrother. Bd 24, S 338. — [22]) Shearer, Am. J. Roentgenol. Bd 7, S 432. — [23]) Kirstein, Strahlenther. Bd 10, S 1113. — [24]) Guthmann, Erlanger Ber. Bd 50, 51, S 147. — [25]) Guthmann, DRP 322860. — [26]) Holtzknecht, Strahlenther. Bd 11, S 460. — [27]) Steuernagel, Fortschr. Röntgenstr. Bd 27, S 137. — [28]) JB 1919, S 207. — [29]) Voltz, Münchn. med. Woch. S 406. — [30]) Martius, Münchn. med. Woch. S 936. — [31]) Schreus Dtsch. med. Woch. S 715. — [32]) Baumeister, Münchn. med. Woch. S 1047. — [33]) Espeut, Dtsch. med. Woch. S 1363. — [34]) Lenk, Münchn. med. Woch. S 786. — [35]) Bauermeister, Dtsch. med. Woch. S 1336. — [36]) JB 1919, S 207. — [37]) Trendelenburg, Fortschr. Röntgenstr. Bd 27, S 506. — [38]) Stein, Münchn. med. Woch. S 1095. — [39]) Potter, Am. J. Roentgenol. Bd 7, S 292, 617. — [40]) R. Decker, Münchn. med. Woch. S 664. — [41]) Lynah u. Stewart, Am. J. Roentgenol. Bd 8, S 49 (1921). — [42]) Young u. Waters, Am. J. Roentgenol. Bd 7, S 16. — [43]) H. E. Schmidt, Röntgentherapie, 5. Aufl., Verl. A. Hirschwald, Berlin. — [44]) Holfelder, Münchn. med. Woch. S 926. — [45]) Warnekros u. Dessauer, Strahlenther. Bd 11, S 151. — [46]) v. Jaschke u. Siegel, Münchn. med. Woch. S 593. — [47]) Siegel, Dtsch. med. Woch. S 1075. — [48]) Seitz u. Wintz, Münchn. med. Woch. S 145. — [49]) Jüngling, Münchn. med. Woch. S 1168. — [50]) Chaoul, Münchn. med. Woch. S 861. — [51]) W. Stepp, Strahlenther. Bd 10, S 143. — [52]) W. Müller, Strahlenther. Bd 10, S 219. — [53]) Gudzent, Strahlenther. Bd 11, S 277. — Dtsch. med. Woch. S 732. — [54]) Friedrich u. Bender, Strahlenther. Bd 11, S 1. — [55]) Großmann, Dtsch. med. Woch. S 759. — [56]) Fränkel, Dtsch. med. Woch. S 771. — [57]) Loose, Münchn. med. Woch. S 752. — [58]) Failla u. Hayward, Arch. Radiol. Electrother. Bd 25, S 3, 50, 88, 112. — [59]) Holthusen, Fortschr. Röntgenstr. Bd 27, S 213. — [60]) Jüngling, Strahlenther. Bd 10, S 501. — [61]) Jüngling, Münchn. med. Woch. S 1141. — [62]) Schreus, Fortschr. Röntgenstr. Bd 27, S 61. — [63]) Fürstenau, Fortschr. Röntgenstr. Bd 27, S 273. — [64]) Janus,

Strahlenther. Bd 10, S 1105. — [65]) Reiniger, Gebbert & Schall, DRP 319202. — [66]) Glocker u. Reusch, Münchn. med. Woch. S 181. — [67]) Reiniger, Gebbert & Schall, DRP 329304, vgl. auch S & H, DRP 316170. — [68]) Phillips, Arch. Radiol. Electrother. Bd 25, S 215. — [69]) Küpferle u. Seemann, Strahlenther. Bd 10, S 1064. — [70]) Matzdorff, Fortschr. Röntgenstr. Bd 27, S 297, 556. — [71]) Lahm, Fortschr. Röntgenstr. Bd 27, S 442. — [72]) Seemann, DRP 319853.

XVIIII. Erdstrom, atmosphärische Elektrizität, Blitzableiter und Blitzschläge.

Von Prof. Dipl.-Ing. Sigwart Ruppel.

Donner (Explosionsgeräusch, Geschützknall) hat keine Tonhöhe, da der physiologische Effekt durch plötzliche, einmalige, daher nicht periodische Druckschwankung hervorgerufen wird. Esclangon[1]) ruft den gleichen Effekt durch einen ins Ohr eingeführten Schlauch hervor, der zugepreßt und dann plötzlich losgelassen wird. Auch hier ist eine Resonanzanalyse nicht möglich, da das ganze Gehörorgan die Druckschwankung mitmacht und somit sämtliche Resonatoren des Innenrohres zugleich erregt werden.

Zerstörungen durch Blitzschlag an einer 50 mm² starken Kupferableitung eines 75 m hohen Kamines beschreibt Alvensleben[2]) und führt die Zerstörungen hierbei auf magnetische Wirkungen zurück. Er läßt dabei außer acht, daß bei der Höhe des Kamines zwei Ableitungen erforderlich gewesen wären, und daß bei dem fehlenden zweiten Leiter die ganze Kaminfläche mit als Ableitung gedient hat und dabei von den Eisenbandagen aus Funkenstrecken explosionsartig auf den Kupferableiter übergingen, ihn erwärmten, abbogen und teilweise zerstörten. Auch auf den Übergang von Lichtbogen bzw. die dadurch hervorgerufene Lufterwärmung sind die beschriebenen Aufbiegungen des Mantels der Isolierrohre (im Innern des Vorwärmers verlegter Leitungen) und die Aufsprengung der Winkelstücke zurückzuführen. Auch das Fortschleudern des Deckels einer Verteilungsdose ist eine Explosionswirkung, wie sie bei Blitzschlägen ähnlich häufig beobachtet wurde.

Am deutlichsten ist diese Explosionswirkung bei Blitzschlägen in Bäume zu beobachten, da hierdurch der Blitz bei seinem Verlauf auf der saftreichen Schicht unter der Rinde den Saft verdampft und die Rindenstücke mit großer Gewalt weit weg schleudert. Einen derartigen besonders starken Schlag konnte Kofahl[3]) nach direkter Beobachtung beschreiben. Hierbei wurde eine große, mehrere hundert Jahre alte Eiche, die sich in 2 m Höhe in eine Gabel spaltete, von einem Kugelblitz getroffen, der an beiden Gabelzweigen erheblichen Schaden anrichtete und vom unteren Teile die Rinde wie einen aufgeblähten Mantel davonschleuderte.

Daß Blitzableiter nicht nach Schema hergestellt werden dürfen, und daß besonders bei Gebäuden mit leicht entzündlichen Stoffen die Metallteile im Innern in sachgemäßer Weise zu berücksichtigen und anzuschließen sind, zeigt Karl[4]) an einem Blitzschlag in eine Spinnerei. Dort war im Innern der Blitz von einem Dampfleitungsrohr zu einer Kegelradverschalung übergesprungen und hatte eine Ölschmiervase zerschlagen und entzündet. Die Gebäudeblitzableiteranlage war zwei Wochen vorher geprüft und nicht beanstandet worden.

Eine andere Spinnerei soll infolge eines ähnlichen Blitzschlages niedergebrannt sein.

Über **Blitzschläge in elektrische Leitungen** berichtet Wöbcken[5]) von einer Anlage in Columbia, die sich auf einer Hochebene von 2600 m Höhe befindet. Die Blitzschläge scheinen dort infolge der Höhe besonders wenig Energie zu besitzen und wegen des geringen Sauerstoffgehaltes der Luft nie zu Zündungen zu führen. Wahrscheinlich wird jedoch nicht der Sauerstoffgehalt, sondern die geringe Blitzenergie eine wesentliche Rolle spielen. Bei Einschlägen

in die Hochspannungsanlagen wurde jeweils nur 1 Hochspannungsisolator auf freier Strecke gesprengt und weitere Beschädigungen, besonders auch an Transformatoren, nicht beobachtet. Auch im Niederspannungsnetz verliefen direkte Einschläge immer harmlos, an Holzmasten wurden nur geringe Absplitterungen beobachtet, die Hörnerableiter sprachen nur wie bei gewöhnlichen Induktionsschlägen an.

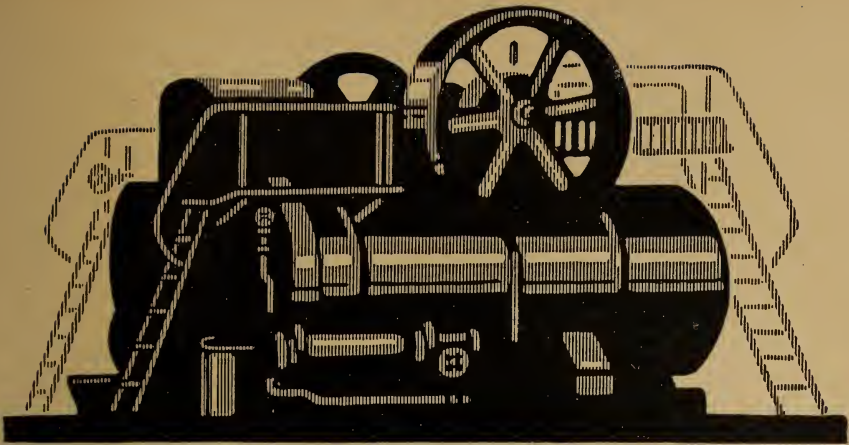
Es wäre wichtig, aus anderen hochgelegenen Leitungsnetzen ähnliche Angaben, wie überhaupt eine ausführliche Statistik über Blitzschläge in elektrische Leitungen zu erhalten. Die Vereinigung der Elektrizitätswerke[6]) sucht Material hierfür zu gewinnen und zusammenzustellen.

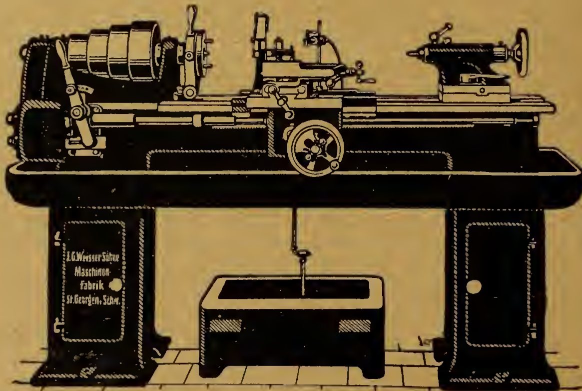
[1]) Ernest Esclangon, C. R. Bd 168, S 699, 1919. — [2]) Alvensleben, ETZ S 222. — [3]) Kofahl, Met. Z. S 235. — [4]) Karl, Mitt. f. d. öff. Feuervers.-Anstalten Bd 52, S 253. — [5]) Wöbcken, ETZ S 238. — [6]) Mitt. Ver. EW. S 234.

Alphabetisches Namenverzeichnis.

ä, ö, ü und ae, oe, ue mit stummem e gelten in der Ordnung für a, o, u.

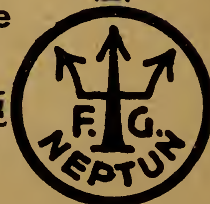
Alphabetisches Sach- und Ortsverzeichnis.




J.G.Weisser Söhne
Maschinen-
fabrik
St.Georgen, Schw.

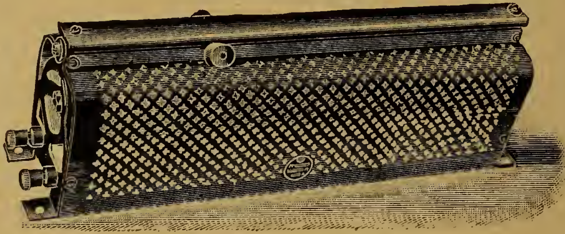


F. G.
NEPTUN



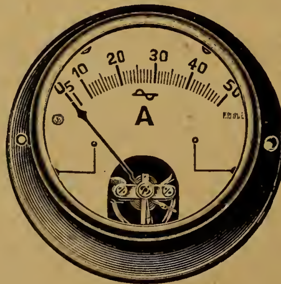
F. G.
NEPTUN

Gebr. Ruhstrat
Göttingen C 1



Widerstände aller Art
Schalttafeln
Messinstrumente
Hebelschalter
Anlasser, Regulatoren









NEUERE BÜCHER
ÜBER
ELEKTROTECHNIK
AUS DEM VERLAG VON
R. OLDENBOURG
IN MÜNCHEN UND BERLIN



Die angegebenen Preise sind die vom Verlag festgesetzten Ladenpreise, auf welche kein weiterer Zuschlag erhoben wird. Sie sind freibleibend und erhöhen sich für das Ausland um den jeweils gültigen Zuschlag.

Neuerscheinungen 1921

Deutscher Kalender für Elektrotechniker

Begründet von F. Uppenborn
herausgegeben von
Dr.-Ing. e. h. G. DETTMAR

39. Jahrgang 1922

I. Teil: Hauptband
XII u. 608 Seiten mit 268 Abbildungen im Text
(erscheint jährlich)

II. Teil: Ergänzungsband
VIII u. 393 Seiten mit 97 Abbildungen im Text

Preis zusammen M. 52.—

Neueinteilung des Kalenders:

Hauptband: I. Tabellen. — II. Maße verschiedener Länder. — III. Magnetismus. — IV. Elektrizität. — V. Messungen. — VI. Elektrische Maschinen. — VII. Transformatoren. — VIII. Umformer. — IX. Batterien und Akkumulatoren. — X. Apparate. — XI. Überspannungsschutz. — XII. Erzeugungs- und Verteilungsanlagen. — XIII. Elektrische Beleuchtung. — XIV. Elektrische Antriebe. — XV. Elektrische Bahnen. — XVI. Gleislose Bahnen. — XVII. Elektrische Fahrzeuge. — XVIII. Fernsprechwesen. — XIX. Telegraphie und Signalwesen. — XX. Fernsprech- und Telegraphenleitungen. — XXI. Feuertelegraphen. — XXII. Eisenbahnsicherungswesen. — XXIII. Elektrische Uhren. — XXIV. Vorschriften des V.D.E. für die Errichtung und den Betrieb von Starkstromanlagen und für Fernmeldeanlagen.

Ergänzungsband: I. Mathematik. — II. Elektrische und magnetische Maßeinheiten. — III. Mechanik. — IV. Wärmelehre. — V. Optik. — VI. Elektrochemie. — VII. Galvanotechnik. — VIII. Elektrische Minenzündung. — IX. Gebäudeblitzableiter. — X. Elektrische Antriebe. — XI. Maschinentechnische Tabellen. — XII. Normen, Verordnungen, Gesetze usw.

Beide Teile können nur zusammen bezogen werden.

VERLAG R. OLDENBOURG, MÜNCHEN UND BERLIN

Neuerscheinungen 1921

Schweizer Kalender für Elektrotechniker

Begründet von F. Uppenborn

Unter Mitwirkung des Generalsekretärs des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins herausgegeben von Dr. Ing. e. h. G. DETTMAR

I. Teil. Hauptband:
XII u. 624 Seiten mit 268 Abbildungen im Text

II. Te l. Ergänzungsband:
VIII u. 427 Seiten mit 96 Abbildungen im Text

19. Jahrgang. 1922.

Preis zusammen Frs. 8.—

Österreichischer Kalender für Elektrotechniker

Begründet von A. Uppenborn

Unter Mitwirkung des Elektrotechn. Vereins in Wien herausgegeben von Dr. Ing. e. h. G. DETTMAR

I. Teil. Hauptband:
XII u. 630 Seiten mit 268 Abbildungen im Text

II. Teil. Ergänzungsband:
VIII u. 336 Seiten mit 100 Abbildungen im Text

19. Jahrgang. 1922.

Preis zusammen M. 40.—

I. Teil beider Kalender erscheint jährlich. (Für diesen Jahrgang können nur beide Teile zusammen bezogen werden.)

VERLAG R. OLDENBOURG, MÜNCHEN UND BERLIN

RO. 12500. XII. 21. Nr. 76.


UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 111811151